



TUGAS AKHIR - RG 141536

PEMODELAN HIDRODINAMIKA 3-DIMENSI POLA SEBARAN SEDIMENTASI PRA DAN PASCA REKLAMASI TELUK JAKARTA

EVASARI APRILIA
NRP 3513 100 004

Dosen Pembimbing
Danar Guruh Pratomo, S.T, M.T, Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut
Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL ASSIGNMENT - RG 141536

THREE-DIMENSION HYDRODYNAMICS MODEL OF SEDIMENTATION DISTRIBUTION PRE AND POST RECLAMATION JAKARTA BAY

EVASARI APRILIA
NRP 3513 100 004

Supervisor
Danar Guruh Pratomo, S.T, M.T, Ph.D

Departement of Geomatics Engineering
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

PEMODELAN HIDRODINAMIKA 3-DIMENSI POLA SEBARAN SEDIMENTASI PRA DAN PASCA REKLAMASI TELUK JAKARTA

Nama Mahasiswa : Evasari Aprilia
NRP : 3513 100 004
Departemen : Teknik Geomatika FTSP – ITS
Dosen Pembimbing : Danar Guruh Pratomo, S.T, M.T, Ph.D

Abstrak

Teluk Jakarta merupakan perairan laut Jawa yang terletak di sebelah utara provinsi DKI Jakarta, Indonesia. Di lokasi tersebut, tingginya laju sedimentasi telah teridentifikasi sejak awal tahun 1970-an sebagai akibat dari perubahan yang terjadi di daerah hulu dan sepanjang aliran sungai-sungai yang mengalir ke Teluk Jakarta. Sesuai dengan Peraturan Daerah No.1 tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah DKI Jakarta 2030, luas lahan reklamasi Teluk Jakarta yang direncanakan meliputi 17 pulau dengan luas kurang lebih 5.100 ha.

Dalam penelitian ini dilakukan simulasi pemodelan arus dan pola sebaran sedimen di Teluk Jakarta menggunakan beberapa parameter seperti data batimetri, data pasang surut, data garis pantai, data *river discharge* dari 5 sungai yang bermuara ke Teluk Jakarta, dan data curah hujan. Simulasi dilakukan menggunakan dua skenario, yaitu pra diadakannya reklamasi (bulan Januari dan September 2011) dan pasca diadakan reklamasi (bulan Februari dan Mei 2016). Kecepatan arus saat pra reklamasi berkisar antara 0 m/s-0,94 m/s sedangkan pasca reklamasi berkisar antara 0 m/s-0,88 m/s. Pasca diadakan reklamasi juga terjadi peningkatan ketebalan sedimen dasar perairan hingga mencapai 2,49 m

dibandingkan kondisi saat sebelum reklamasi yang hanya mencapai ketebalan maksimum sebesar 0,84 m. Konsentrasi sedimen tertinggi terjadi pada lokasi yang berada didekat dengan Muara Cengkareng yang salah satunya disebabkan oleh debit harian sungai yang cukup tinggi di lokasi tersebut.

Kata kunci — Pemodelan Hidrodinamika, Reklamasi Teluk Jakarta, Pola Sedimentasi.

THREE-DIMENSION HYDRODYNAMICS MODEL OF SEDIMENTATION DISTRIBUTION PRE AND POST RECLAMATION JAKARTA BAY

Name : Evasari Aprilia
NRP : 3513 100 004
Departement : Geomatics Engineering, FTSP – ITS
Supervisor : Danar Guruh Pratomo, S.T, M.T, Ph.D

Abstract

Jakarta Bay is a marine waters of Java which is located in the north of the DKI Jakarta province, Indonesia. In this location, the high rate of sedimentation has been identified since the early 1970s as a result of changes in upstream and along the flow of rivers flow into Jakarta Bay. In accordance with Regional Regulation No. 1 of 2012 on Spatial Planning of DKI Jakarta 2030, the planned reclamation area covers 17 islands with an area of approximately 5.100 ha.

In this research, simulation of current model and pattern of sediment distribution in Jakarta Bay uses several parameters such as bathymetry data, tidal data, coastline data, river discharge data from 5 rivers that flow into Jakarta Bay, and rainfall data. The simulation was conducted using two scenarios, first is pre-reclamation (January and September 2011) and post reclamation (February and May 2016). The current velocity during pre reclamation about 0 m/s-0,94 m/s while the post reclamation about 0 m/s-0,88 m/s. Post reclamation also occurred increased sedimentation up to 2,49 m compared to the sedimentation condition before the reclamation that only reached the maximum sedimentation of 0,84 m. The highest sediment concentration occurred at the location near the Muara Cengkareng, one of which was caused by the high river discharge in that location and the locations near to reclamation islands.

Keyword: *Hydrodynamic Model, Jakarta Bay Reclamation,
Sedimentation Distribution.*

LEMBAR PENGESAHAN

PEMODELAN HIDRODINAMIKA 3-DIMENSI POLA SEBARAN SEDIMENTASI PRA DAN PASCA REKLAMASI TELUK JAKARTA

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada**

**Program Studi S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh :

EVASARI APRILIA

NRP. 3513 100 004

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Danar Guruh Pratomo, S.T, M.Eng
NIP. 19800507 200312 1 001



SURABAYA, JULI 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis sampaikan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian untuk tugas akhir yang berjudul **“Pemodelan Hidrodinamika 3-Dimensi Pola Sebaran Sedimentasi Pra dan Pasca Reklamasi Teluk Jakarta”** dengan lancar. Selama pelaksanaan penelitian untuk tugas akhir ini, banyak pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua penulis, Bapak Amris Syair dan Ibu Sainah yang telah memberikan doa dan restu demi kelancaran pada penyelesaian tugas akhir ini.
2. Bapak Nur Cahyadi, S.T, M.Sc. Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Geomatika ITS. Terima kasih atas dukungan dan bantuan yang telah Bapak berikan.
3. Bapak Danar Guruh Pratomo, S.T, M.T, Ph.D selaku dosen pembimbing penulis. Terima kasih atas kesempatan, pembelajaran, kesabaran, serta dukungan dalam membimbing penulis hingga dapat terselesaikannya tugas akhir ini.
4. Bapak Yanto Budisusanto, S.T,M.Eng selaku dosen wali penulis. Terimakasih atas dukungan dan arahan bapak selama penulis menjalankan perkuliahan di Teknik Geomatika ITS hingga penulisan tugas akhir ini.
5. Dinas PUSHIDROSAL (Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI-AL) , BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika), dan BBWS Cil-Cis (Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung dan Cisadane) atas ketersediaan pemberian data penunjang Tugas Akhir ini kepada penulis.
6. Teman-teman Teknik Geomatika khususnya Angkatan 2013 dan HIMAGE - ITS yang telah membantu penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan oleh penulis untuk penyempurnaan penelitian ini. Semoga laporan ini

dapat bermanfaat untuk semua pihak, khususnya untuk mahasiswa Jurusan Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
Abstrak	v
<i>Abstract</i>	vii
LEMBAR PENGESAHAN	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Tugas Akhir	3
1.5. Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Pengertian Reklamasi	5
2.2. Reklamasi Teluk Jakarta	5
2.3. Karakteristik Oseanografi Teluk Jakarta	6
2.4. Curah Hujan di DKI Jakarta	7
2.5. Pasang Surut	8
2.5.1. Komponen Pasang Surut	10
2.6. Arus Pasang Surut	11
2.7. Arus	11
2.8. Debit Sedimen dari Sungai	12
2.9. Sedimentasi	13
2.9.1. Ukuran dan Bentuk Sedimen	13
2.9.2. Mekanisme Proses Terjadinya Sedimentasi	14
2.9.3. Transpor Sedimen	16
2.9.4. Transpor Sedimen kohesif	16

2.9.5 Pengendapan (<i>deposition</i>) dan erosi (<i>erosion</i>)	16
2.10 Pemodelan Hidrodinamika 3-Dimensi.....	17
2.11 Penelitian Terdahulu	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Lokasi Penelitian	23
3.2 Data dan Peralatan	24
3.2.1 Data	24
3.2.2 Peralatan	25
3.3 Metodologi Penelitian.....	26
3.3.1 Tahapan Penelitian.....	26
3.3.1 Tahapan Pengolahan Data	298
BAB IV HASIL DAN ANALISA.....	35
4.1 Hasil <i>Editting Mesh</i>	35
4.1.1 Desain Model	35
4.1.2 Daerah Model	38
4.1.3 Waktu Pemodelan.....	39
4.2 Hasil Pemodelan Arus	40
4.2.1. Curah Hujan	40
4.2.2. River Discharge.....	41
4.2.3. Hasil Pasang Surut.....	43
4.2.4. Pola Arus di Perairan Teluk Jakarta	51
4.3 Perbandingan Nilai Arus Hasil Pemodelan dengan Arus Satelit Altimetri	61
4.4 Pola Sedimen di Perairan Teluk Jakarta	62
4.4.1 Sedimen Tersuspensi	63
4.4.2 Sedimen Kohesif	67
4.5 Analisa Dampak Proyek Reklamasi	73
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	75
5.1. Kesimpulan.....	75
5.2. Saran	75
DAFTAR PUSTAKA.....	77
LAMPIRAN	81
BIODATA PENULIS.....	101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kronologis Dukungan Kebijakan untuk Reklamasi Pantai Utara Jakarta.	6
Gambar 2.2 Contoh Empat Tipe Pasang Surut Berdasarkan <i>Pethick 1992</i>	8
Gambar 2.3 <i>Spring and Neap Tide</i>	9
Gambar 2.4 Diagram yang Bekerja pada Partikel Sedimen	15
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	23
Gambar 3.2 Peta Rencana Reklamasi Pantai Utara Jakarta.....	24
Gambar 3.3 Tahapan Penelitian	26
Gambar 3.4 Diagram Alir Pengolahan Data (1)	28
Gambar 3.5 Diagram Alir Pengolahan Data (2)	29
Gambar 4.1 <i>Boundary Condition</i> Pra Reklamasi	36
Gambar 4.2 <i>Boundary Condition</i> Pasca Reklamasi	36
Gambar 4.3 Hasil <i>Mesh</i> Pra Reklamasi.....	37
Gambar 4.4 Hasil <i>Mesh</i> Pasca Reklamasi	38
Gambar 4.5 Hasil Interpolasi Kedalaman Pra Reklamasi	38
Gambar 4.6 Hasil Interpolasi Kedalaman Pasca Reklamasi.....	38
Gambar 4.7 Pembagian Kewenangan 13 Sungai di DKI Jakarta.....	41
Gambar 4.8 Lokasi Sungai di Pemodelan	42
Gambar 4.9 Grafik Pasang Surut Pushidrosal Januari 2011	43
Gambar 4.10 Grafik Pasang Surut Pemodelan Januari 2011.....	44
Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Pasang Surut Pushidrosal dan Pemodelan Januari 2011.....	44
Gambar 4.12 Grafik Pasang Surut Pushidrosal September 2011	46
Gambar 4.13 Grafik Pasang Surut Pemodelan September 2011	46

Gambar 4.14 Perbandingan Grafik Data Pushidrosal dan Pemodelan September 2011	47
Gambar 4.15 Grafik Pasang Surut Pushidrosal Februari 2016...	48
Gambar 4.16 Grafik Pasang Surut Pemodelan Februari 2016....	48
Gambar 4.17 Grafik Perbandingan data Pasang Surut Pushidrosal dan Pemodelan Februari 2016	49
Gambar 4.18 Grafik Pasang Surut Pushidrosal Mei 2016.....	50
Gambar 4.19 Grafik Pasang Surut Pemodelan Mei 2016.....	50
Gambar 4.20 Grafik Perbandingan Pasang Surut Pushidrosal dengan Pemodelan Mei 2016	51
Gambar 4.21 Kondisi Arus Saat Pasang Tertinggi (Bulan Januari 2011)	52
Gambar 4.22 Kondisi Arus Saat Surut Terendah (Bulan Januari 2011)	52
Gambar 4.23 Kondisi Arus Saat Pasang Tertinggi (Bulan September 2011).....	53
Gambar 4.24 Kondisi Arus Saat Surut Terendah (Bulan September 2011).....	53
Gambar 4.25 Kondisi Arus Saat Pasang Tertinggi (Bulan Februari 2016)	54
Gambar 4.26 Kondisi Arus Saat Surut Terendah (Bulan Februari 2016)	54
Gambar 4.27 Kondisi Arus Saat Pasang Tertinggi (Bulan Mei 2016).....	55
Gambar 4.28 Kondisi Arus Saat Surut Terendah (Bulan Mei 2016).....	55
Gambar 4.29 Penampang Melintang Kecepatan Arus Saat Kondisi Pasang Tertinggi (Bulan Januari 2011)...	56
Gambar 4.30 Penampang Melintang Kecepatan Arus Saat Kondisi Pasang Tertinggi (Bulan September 2011).....	56

Gambar 4.31	Penampang Melintang Kecepatan Arus Saat Kondisi Pasang Tertinggi (Bulan Februari 2016).	57
Gambar 4.32	Penampang Melintang Kecepatan Arus Saat Kondisi Pasang Tertinggi (Bulan Mei 2016).	57
Gambar 4.33	Penampang Melintang Kecepatan Arus Saat Kondisi Surut Terendah (Bulan Januari 2011).....	58
Gambar 4.34	Penampang Melintang Kecepatan Arus Saat Kondisi Surut Terendah (Bulan September 2011).	58
Gambar 4.35	Penampang Melintang Kecepatan Arus Saat Kondisi Surut Terendah (Bulan Februari 2016)...	59
Gambar 4.36	Penampang Melintang Kecepatan Arus Saat Kondisi Surut Terendah (Bulan Mei 2016).....	59
Gambar 4.37	Lokasi dengan Perubahan Aktivitas Arus pada Sisi Barat	60
Gambar 4.38	Lokasi dengan Perubahan Aktivitas Arus pada Sisi Tengah (Sungai Pesanggrahan).....	60
Gambar 4.39	Lokasi dengan Perubahan Aktivitas Arus pada Sisi Timur Penelitian.....	61
Gambar 4.40	Kondisi Sedimen Tersuspensi pada Kondisi Pasang Tertinggi, Januari 2011	63
Gambar 4.41	Kondisi Sedimen Tersuspensi pada Kondisi Surut Terendah, Januari 2011.....	64
Gambar 4.42	Kondisi Sedimen Tersuspensi pada Kondisi Pasang Tertinggi, September 2011.....	64
Gambar 4.43	Kondisi Sedimen Tersuspensi pada Kondisi Surut Terendah, September 2011	64
Gambar 4.44	Kondisi Sedimen Tersuspensi pada Kondisi Pasang Tertinggi, Februari 2016	65

Gambar 4.45 Kondisi Sedimen Tersuspensi pada Kondisi Surut Terendah, Februari 2016.....	65
Gambar 4.46 Kondisi Sedimen Tersuspensi pada Kondisi Pasang Tertinggi, Mei 2016	66
Gambar 4.47 Kondisi Sedimen Tersuspensi pada Kondisi Surut Terendah, Mei 2016.....	66
Gambar 4.48 Lokasi Sampel Acak Pengujian Sedimen Kohesif	67
Gambar 4.49 Perubahan Ketebalan Dasar Perairan, Januari 2011.	69
Gambar 4.50 Perubahan Ketebalan Dasar Perairan, September 2011	70
Gambar 4.51 Perubahan Ketebalan Dasar Perairan, Februari 2016	70
Gambar 4.52 Perubahan Ketebalan Dasar Perairan, Mei 2016. .	70
Gambar 4.53 Kondisi Ketebalan Dasar Perairan Pasca Reklamasi	71
Gambar 4.54 Kondisi Ketebalan Dasar Perairan Pra Reklamasi	71
Gambar 4.55 Peningkatan Sedimentasi di Lokasi Pulau-Pulau Reklamasi	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komponen-Komponen Pasut Utama Dan Pasut Perairan Dangkal (<i>Shallow Water Tides</i>).....	10
Tabel 2.2 Ukuran Partikel Sedimen	14
Tabel 4.1 Atribut <i>Boundary Condition</i>	36
Table 4.2 Spesifikasi TIN.....	37
Tabel 4.3 Data Curah Hujan di Stasiun Tanjung Priok	40
Tabel 4.4 Data Debit Sungai Rata-Rata	42
Tabel 4.5 Data Kecepatan Arus Sungai Hasil Pemodelan	43
Tabel 4.6 Perbandingan Data Arus Pemodelan (m/s) dengan Arus Altimetri (m/s).....	62
Tabel 4.7 Hasil Uji Sedimen Kohesif pada Sample Acak.....	68

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Peta Batimetri Teluk Jakarta	81
Lampiran 2. Data Pasang Surut Stasiun Tanjung Priok	83
Lampiran 3. Data Debit Harian Sungai yang Bermuara ke Teluk Jakarta.....	89
Lampiran 4. Data Curah Hujan Stasiun Tanjung Priok.....	95

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Teluk Jakarta merupakan perairan laut Jawa yang terletak di sebelah utara provinsi DKI Jakarta, Indonesia. Teluk ini merupakan wilayah perairan dangkal dengan kedalaman perairan rata-rata mencapai 15 meter (Kementrian Koordinator Bidang Perekonomian Pengembangan Terpadu Pesisir Ibukota Negara, 2014). Sejak tahun 1970-an salah satu permasalahan utama yang terdapat di lokasi penelitian adalah permasalahan sedimentasi, laju sedimentasi meningkat disebabkan oleh perubahan yang terjadi di daerah hulu dan sepanjang aliran sungai-sungai yang mengalir ke Teluk Jakarta (Lubis *et al.* 2007). Menurut Ongkosongo *et al* 1977, Teluk Jakarta memiliki keadaan morfologi dasar perairan yang terbentuk oleh hasil endapan sedimen sungai. Berdasarkan Jurnal pengolahan hasil perikanan Indonesia volume XIV nomor 1 tahun 2011, sedimen laut Teluk Jakarta memiliki tekstur tanah lempung liat berpasir (kohesif). Pada dasarnya sumber sedimen kohesif di daerah estuari dan perairan teluk umumnya berasal dari limpasan daratan (*run off*) hujan yang masuk ke badan sungai atau langsung ke perairan pesisir.

Sejak tahun 1990, Pemerintah Republik Indonesia memiliki rencana untuk melakukan penataan kembali Kawasan Teluk Jakarta dengan konsep reklamasi pulau dan konsep revitalisasi pantai lama. Sesuai dengan Peraturan Daerah No.1 tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah DKI Jakarta 2030, luas lahan reklamasi yang direncanakan meliputi 17 buah pulau dengan luas kurang lebih 5.100 ha. Reklamasi pada dasarnya merupakan kegiatan atau upaya yang dilakukan oleh orang/kelompok orang atau pengembang (*developer*) dengan mengubah lahan basah dengan cara dikeringkan atau cara ditimbun, sehingga dihasilkan

lahan atau tanah kering yang digunakan untuk kegiatan pembangunan.

Salah satu dampak yang mungkin ditimbulkan oleh adanya reklamasi adalah peningkatan sedimentasi. Jika laju sedimentasi meningkat, maka pendangkalan di Teluk Jakarta akan semakin cepat dan berdampak ke permasalahan lainnya. Oleh karenanya, pengetahuan mengenai dinamika perairan sangat penting untuk dipahami untuk mengetahui prediksi persebaran sedimen setelah diadakannya reklamasi. Pada penelitian ini, pendekatan yang dilakukan untuk mengetahui pola arus dan sedimen adalah melalui aplikasi model matematik/numerik. Dengan menggunakan metode ini data yang diperlukan cukup untuk keperluan validasi saja sehingga lebih efisien dari segi waktu, biaya, dan tenaga. Hasil model yang telah divalidasi dan telah menunjukkan korelasi atau kemiripan dengan kondisi sebenarnya di lapangan dapat digunakan untuk memprediksi dinamika berbagai proses yang terjadi di perairan (Ramming and Kowalik, 1980 dalam Adibhusana *et al* 2016).

Pada penelitian ini, kajian pemodelan numerik menggunakan *software* pemodelan hidrodinamika (arus) dan sedimen untuk mengetahui pola sedimentasi di Teluk Jakarta baik sebelum maupun setelah diadakan reklamasi yang disesuaikan dengan data curah hujan. Model ini menggunakan data masukan berupa data pasang surut, *river discharge*, curah hujan, batimetri, garis pantai dan *masterplan* reklamasi di daerah penelitian.

1.2. Perumusan Masalah

Dengan membuat pemodelan pola sedimentasi pra dan pasca reklamasi, diharapkan tulisan ini akan menjawab pertanyaan berikut :

- a. Bagaimana pola arus yang terbentuk di Teluk Jakarta pra dan pasca diadakan reklamasi?
- b. Bagaimana pola sebaran sedimentasi yang terbentuk di

- Teluk Jakarta pra dan pasca diadakan reklamasi ?
- c. Apa dampak yang akan ditimbulkan bila pola pergerakan sedimen bertambah ataupun berkurang akibat diadakannya reklamasi Teluk Jakarta ?

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari tugas akhir ini adalah :

- a. Pembuatan model hidrodinamika dan sedimentasi dengan menggunakan *software* pemodelan numerik
- b. Penelitian ini mengasumsikan data batimetri baik pra maupun pasca reklamasi adalah sama dan asumsi model yang digunakan bersifat barotropik.
- c. Sepanjang *boundary condition* pada saat pemodelan, data pasang surut dianggap sama dengan data pasang surut stasiun Tanjung Priok.
- d. Penelitian ini menggunakan 5 data *river discharge* sebagai salah satu data masukan.
- e. Penelitian ini mengasumsikan sedimen dasar yang berada di Teluk Jakarta adalah sama yaitu berjenis lumpur khususnya lempung.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan yang akan dicapai pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Melakukan pemodelan terhadap arus dan sedimentasi di Teluk Jakarta pada baik pra dan pasca diadakannya reklamasi menggunakan *software* pemodelan numerik.
- b. Melakukan analisis pola sedimentasi di Teluk Jakarta pada kondisi pra dan pasca reklamasi.
- c. Dapat menganalisis dampak yang akan ditimbulkan bila terjadi perubahan sedimentasi di perairan Teluk Jakarta.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan dari tugas akhir ini adalah:

- a. Memberikan informasi terkait pengaruh pembangunan proyek reklamasi Teluk Jakarta terhadap pola pergerakan sedimentasi.

- b. Sebagai kajian dan analisis untuk pertimbangan perencanaan reklamasi di Teluk Jakarta dimasa yang akan datang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Reklamasi

Reklamasi berasal dari kosa kata dalam Bahasa Inggris, *to reclaim* yang artinya memperbaiki sesuatu yang rusak. Secara spesifik dalam Kamus Bahasa Inggris-Indonesia Departemen Pendidikan Nasional, disebutkan arti *reclaim* sebagai menjadikan tanah (*from the sea*). Ada beberapa sumber yang mendefinisikan arti dari reklamasi yaitu sebagai berikut :

1. Peraturan Menteri Perhubungan No PM 52 Tahun 2011 menyebutkan bahwa, reklamasi adalah pekerjaan timbunan di perairan atau pesisir yang mengubah garis pantai dan atau kontur kedalaman perairan.
2. Menurut Perencanaan Kota (2013), reklamasi sendiri mempunyai pengertian yaitu usaha pengembangan daerah yang tidak atau kurang produktif (seperti rawa) menjadi daerah produktif (perkebunan, pertanian, permukiman, perluasan pelabuhan) dengan jalan menurunkan muka air genangan dengan membuat kanal-kanal, membuat tanggul/polder dan memompa air keluar maupun dengan pengurugan.

2.2 Reklamasi Teluk Jakarta

Rencana reklamasi Teluk Jakarta sudah dimunculkan sejak tahun 1995, yaitu dengan keluarnya Keppres No. 52 tahun 1995 tentang Reklamasi Pantai Utara Jakarta. Saat itu bertepatan dengan momentum “Indonesia Emas”, dimana Presiden Soeharto berkeinginan menjadikan Jakarta sebagai kota pantai modern atau *waterfront city*. Berbagai upaya untuk mewujudkan visi tersebut dilakukan melalui studi-studi, perencanaan, dan dukungan kebijakan.



Gambar 2.1 Kronologis Dukungan Kebijakan untuk Reklamasi Pantai Utara Jakarta.

(Sumber : Pemprov DKI Jakarta)

Sesuai dengan Peraturan Daerah No.1 tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah DKI Jakarta 2030, luas lahan reklamasi yang direncanakan meliputi 17 buah pulau dengan luas kurang lebih 5.100 ha.

2.3 Karakteristik Oseanografi Teluk Jakarta

Menurut Sahala (1984), Teluk Jakarta merupakan perairan semi tertutup yang masih mendapat pengaruh sifat laut dari Laut Jawa dan menerima limpasan air sungai yang bermuara ke dalam teluk. Proses pendangkalan terjadi cukup dominan di daerah-daerah muara sungai karena air sungai yang masuk ke dalam teluk membawa sedimen dengan konsentrasi yang tinggi. Kedalaman laut di Teluk Jakarta sangat landai, kedalaman 5 m berada pada jarak 1-2 km dari garis pantai, kedalaman 10 m terdapat pada jarak 4-5 km dari garis pantai. Berdasarkan Pengembangan Terpadu Pesisir Ibukota Negara (PTPIN) 2014, variasi kedalaman yang

tinggi terdapat diperairan sebelah barat Teluk Jakarta sedangkan di pantai timur relatif rata.

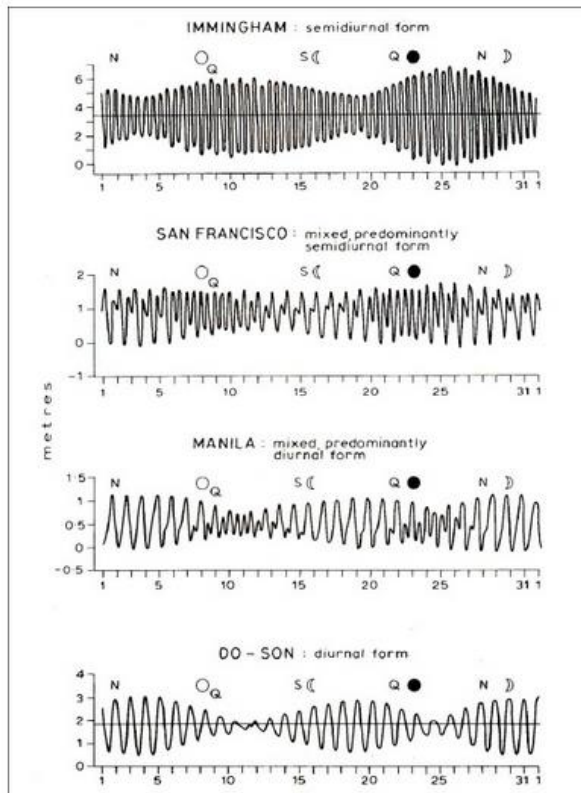
Daerah teluk seperti perairan Teluk Jakarta, memiliki pola umum pergerakan arus mengikuti pola umum arus di perairan Laut Jawa yang dibangkitkan terutama oleh perbedaan angin *monsoon*. Arus di perairan terbuka Laut Jawa dan sepanjang pantai Jawa Barat merupakan hasil dari pembangkitan angin. Arus bergerak ke barat mulai bulan Mei-Oktober. Sebaliknya arus bergerak ke timur pada bulan Januari dan Februari. Pada periode transisi arus relatif tidak berkembang. Variasi suhu laut dari pulau Penjaliran Timur di ujung utara Kepulauan Seribu sampai pulau Pari di bagian Selatan berkisar antara $28,5^{\circ}$ - $28,8^{\circ}\text{C}$, kecuali stasiun pulau Penjaliran Timur di permukaan mencapai 29°C perlahan-lahan menurun menjadi $28,8^{\circ}\text{C}$ pada kedalaman 10 m. Secara keseluruhan tidak nampak adanya stratifikasi suhu baik yang berada di bagian utara, tengah dan selatan Kepulauan Seribu.

2.4 Curah Hujan di DKI Jakarta

Berdasarkan Pengembangan Terpadu Pesisir Ibukota Negara (PTPIN) 2014, di wilayah Jakarta hujan umumnya terjadi hampir pada setiap bulan, termasuk pada musim kemarau. Hal ini dikarenakan wilayah Jakarta masih terpengaruh oleh wilayah Bogor yang berpotensi hujan sepanjang tahun. Tingkat curah hujan di Provinsi DKI Jakarta relatif rendah dan terbagi dua zona yaitu zona utara dengan rata-rata curah hujan sekitar 1.500 – 2.000 mm pertahun dan zona selatan dengan rata-rata curah hujan sekitar 2.000 – 3.000 mm per tahun. Semakin ke hulu, curah hujan ini semakin tinggi dengan daerah Depok memiliki curah hujan sekitar 3.000 – 3.500 mm per tahun, daerah Cibinong memiliki curah hujan sekitar 3.500 – 4.000 mm pertahun, dan daerah Bogor memiliki curah hujan 4.000 – 4.500 mm pertahun.

2.5 Pasang Surut

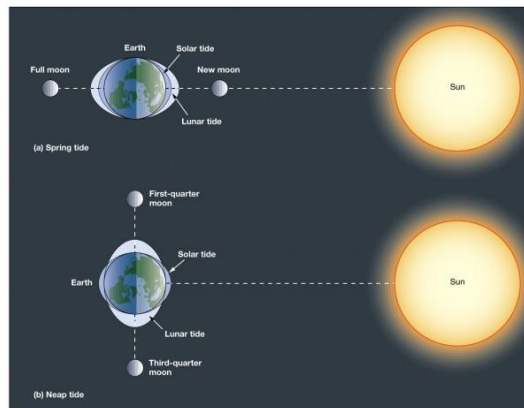
Menurut Dronkers (1964) dalam Fujaya (2012), pasang surut laut merupakan suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda astronomi terutama oleh matahari, bumi, dan bulan. Pengaruh benda angkasa lainnya dapat diabaikan karena jaraknya lebih jauh atau ukurannya lebih kecil.



Gambar 2.2 Contoh Empat Tipe Pasang Surut Berdasarkan Pethick 1992

(Sumber : <https://www.scribd.com/doc/217588379/Modul-Oceanografi>)

Menurut Haryono (2004), pasang surut merupakan hasil dari gaya gravitasi dan efek sentrifugal. Efek sentrifugal adalah pergerakan atau dorongan ke arah luar pusat rotasi bumi. Pengaruh gaya gravitasi bulan dua kali lebih besar daripada gaya tarik matahari dalam membangkitkan pasang surut air laut, karena jarak bulan lebih dekat daripada jarak matahari ke bumi. Dalam sebulan, variasi harian dari rentang pasang laut berubah secara sistematis terhadap siklus bulan. Rentang pasang laut juga bergantung pada bentuk volume perairan dan bentuk dasar samudera. Gaya gravitasi menarik air laut ke arah bulan dan matahari sehingga menghasilkan dua tonjolan pasang surut gravitasional di laut.



Copyright © 2004 Pearson Prentice Hall, Inc.

Gambar 2.3 *Spring and Neap Tide*

(sumber : <http://earthsky.org/space/quarter-moon-earth-at-perihelion-and-neap-tide>)

Saat pasut perbani (*spring*), yaitu saat kedudukan matahari segaris dengan sumbu bumi-bulan, maka terjadi pasang maksimum pada titik di permukaan bumi yang berada di sumbu kedudukan relatif bumi, bulan, dan matahari. Kondisi tersebut terjadi ketika bulan baru dan bulan purnama (Poerbandono dan Djunarsjah, 2005). Saat pasut mati (*neap*), yaitu saat kedudukan matahari tegak lurus dengan sumbu bumi-bulan, terjadi pasut minimum pada titik di permukaan bumi yang tegak lurus sumbu bumi-bulan. Kondisi

tersebut terjadi di perempat bulan awal dan perempat bulan akhir. Fenomena pasut pada kedudukan demikian disebut dengan *neaptide* atau pasut mati. Tunggang pasut (jarak vertikal kedudukan permukaan air tertinggi dan terendah) saat *spring* lebih besar dibanding saat *neap* (Poerbandono dan Djunarsjah, 2005).

2.5.1 Komponen Pasang Surut

Komponen-komponen pasang surut mempunyai amplitudo dan frekuensi yang berbeda satu dengan yang lainnya. Berdasarkan hal tersebut maka ada tiga komponen pasang surut utama, yaitu:

1. Komponen pasang surut periode panjang.
2. Komponen pasang surut diurnal yaitu 1 kali pasang dan 1 kali surut dalam 1 hari.
3. Komponen pasang surut semi diurnal, yaitu 2 kali pasang dan 2 kali surut dalam 1 hari.

Tabel 2. 1 Komponen-Komponen Pasut Utama Dan Pasut Perairan Dangkal (*Shallow Water Tides*)

Jenis Nama dan Simbol Komponen-Komponen Pasang Surut	Kecepatan Sudut (Derajat/Jam)	Periode (Jam)
<i>Semi Diurnal</i>		
1. <i>Principal Lunar (M2)</i>	28,9841	12,42
2. <i>Principal Solar (S2)</i>	30,000	12,00
3. <i>Larger Lunar Elliptic (N2)</i>	28,4397	12,66
4. <i>Luni Solar (K2)</i>	30,0821	11,97
<i>Diurnal</i>		
1. <i>Luni Solar (K1)</i>	15,0411	23,33
2. <i>Principal Lunar (O1)</i>	13,9430	25,82
3. <i>Principal Solar (P1)</i>	14,9589	24,07
<i>Long Period</i>		
1. <i>Diurnal Fortnightly (Mf)</i>	1,0980	327,82
2. <i>Lunar Monthly (Mm)</i>	0,5444	661,30

3. <i>Solar Semi Annual (Ssa)</i>	0,0821	2191,43
<i>Swallow Water</i>		
1. <i>2SM2</i>	31,0161	11,61
2. <i>MNS2</i>	27,4240	13,13
3. <i>MK2</i>	44,0250	8,18
4. <i>M4</i>	57,9680	6,21
5. <i>MS4</i>	58,0840	6,20

(Sumber : <http://tideandcurrents.noaa.gov/>)

2.6 Arus Pasang Surut

Gerakan air vertikal yang berhubungan dengan naik dan turunnya pasang surut, diiringi oleh gerakan air horizontal yang disebut dengan arus pasang surut. Permukaan air laut senantiasa berubah-ubah setiap saat karena gerakan pasut, keadaan ini juga terjadi pada tempat-tempat sempit seperti teluk dan selat, sehingga menimbulkan arus pasut (*Tidal current*). Gerakan arus pasut dari laut lepas yang merambat ke perairan pantai akan mengalami perubahan, faktor yang mempengaruhinya antara lain adalah berkurangnya kedalaman (Mihardja *et al* 1994 dalam Budianto, 2016).

Menurut King (1966) dalam Budiwicaksono *et al* (2013), arus yang terjadi di laut teluk dan laguna adalah akibat massa air mengalir dari permukaan yang lebih tinggi ke permukaan yang lebih rendah yang disebabkan oleh pasut. Arus pasang surut adalah arus yang cukup dominan pada perairan teluk yang memiliki karakteristik pasang dan surut. Pada waktu gelombang pasut merambat memasuki perairan dangkal, seperti muara sungai atau teluk, maka badan air kawasan ini akan bereaksi terhadap aksi dari perairan lepas.

2.7 Arus

Menurut Gross (1972), arus merupakan gerakan horizontal atau vertikal dari massa air menuju kestabilan yang terjadi secara

terus menerus. Gerakan yang terjadi merupakan hasil resultan dari berbagai macam gaya yang bekerja pada permukaan, kolom, dan dasar perairan. Hasil dari gerakan massa air adalah vektor yang mempunyai besaran kecepatan dan arah. Ada dua jenis gaya yang bekerja yaitu eksternal dan internal. Gaya eksternal antara lain adalah gradien densitas air laut, gradient tekanan mendatar dan gesekan lapisan air (Gross, 1990 dalam Darmanto *et al*, 2009). Menurut letaknya arus dibedakan menjadi dua yaitu arus atas dan arus bawah. Arus atas adalah arus yang bergerak di permukaan laut. Sedangkan arus bawah adalah arus yang bergerak di bawah permukaan laut. Faktor pembangkit arus permukaan disebabkan oleh adanya angin yang bertiup di atasnya. Tenaga angin memberikan pengaruh terhadap arus permukaan (atas) sekitar 2% dari kecepatan angin itu sendiri. Kecepatan arus ini akan berkurang sesuai dengan makin bertambahnya kedalaman perairan sampai pada akhirnya angin tidak berpengaruh pada kedalaman 200 meter (Bernawis, 2000 dalam Jewlaika, 2014).

2.8 Debit Sedimen dari Sungai

Debit sungai merupakan akumulasi dari air permukaan ke dalam saluran sungai akhirnya disalurkan ke laut . Volume debit berkorelasi dengan daerah *drainase* hulu dan rata-rata limpasan hulu. DAS yang lebih besar dan cekungan basah biasanya memiliki tingkat debit yang lebih tinggi. Perubahan iklim terkait dengan pemanasan gas rumah kaca bisa mengakibatkan percepatan potensi siklus hidrologi yang mengarah ke frekuensi dan intensitas kejadian ekstrim seperti banjir dan kekeringan yang lebih besar. Rata-rata sedimen yang ada di bumi merupakan hasil erosi yang berasal dari drainase, daratan, berdasarkan geologi, berdasarkan topografi, dan iklim. Dapat diperkirakan total debit harian di seluruh dunia mencapai 7×10^9 ton (Miliman dan Meade, 1983).

2.9 Sedimentasi

Menurut Krumbein dan Sloss (1951) dalam Hermanto (1989), sedimentasi berdasarkan ilmu geologi dan stratigrafi adalah proses-proses yang berperan atas terbentuknya batuan sedimen. Sedimen merupakan hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit atau jenis erosi tanah lainnya. Beberapa faktor alam yang menyebabkan terjadinya proses pendangkalan atau proses sedimentasi, yaitu :

- a. Adanya sumber sedimentasi yang mengakibatkan banyaknya sedimen yang terbawa oleh arus.
- b. Adanya sungai-sungai yang bermuara
- c. Adanya arus laut
- d. Berat atau besar butir material pembentuk sedimen memungkinkan tempat pengendapannya
- e. Tempat pengendapan, untuk daerah yang relatif tenang seperti teluk yang kecil, dimana air relatif tenang kemungkinan sedimentasi akan lebih besar dibandingkan dengan daerah yang arusnya kuat dan letaknya didaerah bebas.

2.9.1 Ukuran dan Bentuk Sedimen

Sedimen dapat diklasifikasikan berdasarkan ukuran butir menjadi lempung, lumpur, pasir, kerikil, koral (*pebble*), dan batu. Salah satu klasifikasi yang terkenal adalah skala Wenworth (1922) yang mengklasifikasikan sedimen berdasarkan ukuran (dalam milimeter) seperti ditunjukkan pada Tabel 2.2 berikut. Dalam skala Wenworth tersebut partikel yang berukuran diantara 0,0625 dan 2 mm dianggap pasir. Material yang lebih halus dianggap sebagai lumpur (*silt*) dan lempung (*clay*). Sedangkan material yang lebih besar dari pasir disebut koral (*pebbles*) dan brangkal (*cobbles*).

Tabel 2. 2 Ukuran Partikel Sedimen Berdasarkan Skala Wentworth

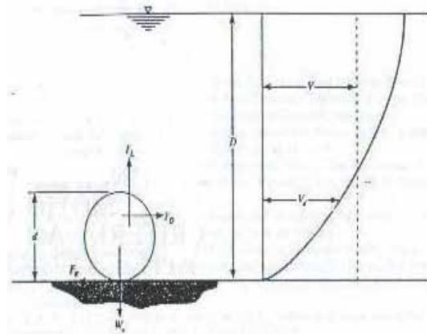
Nama	Partikel	Ukuran (mm)
Batu	Bongkah	>256
	Krakal	64-256
	Kerikil	4-64
	Butiran	2-4
Pasir	Pasir sangat kasar	1-2
	Pasir kasar	$\frac{1}{2}$ - 1
	Pasir sedang	$\frac{1}{4}$ - 1
	Pasir halus	$\frac{1}{8}$ – $\frac{1}{4}$
	Pasir sangat halus	$\frac{1}{16}$ – $\frac{1}{8}$
Lanau	Lanau kasar	$\frac{1}{16}$ – $\frac{1}{32}$
	Lanau sedang	$\frac{1}{128}$ – $\frac{1}{64}$
	Lanau halus	$\frac{1}{256}$ – $\frac{1}{128}$
Lempung	Lempung kasar	$\frac{1}{640}$ – $\frac{1}{256}$
	Lempung sedang	$\frac{1}{1024}$ – $\frac{1}{640}$
	Lempung halus	$\frac{1}{2360}$ – $\frac{1}{1024}$
	Lempung sangat halus	$\frac{1}{4096}$ – $\frac{1}{2360}$

2.9.2 Mekanisme Proses Terjadinya Sedimentasi

Pada pembentukan permukaan bumi dimulai dari proses pengangkatan yang disebabkan oleh adanya tenaga endogen, dengan adanya pengangkatan ini, batuan kulit bumi akan terangkat sebagian kemudian menjadi relatif tinggi dari daerah lainnya. Proses terjadinya pengangkatan juga dipengaruhi oleh faktor dari luar yaitu tenaga eksogen yang terdiri dari pelapukan, transportasi, dan pengendapan. Dengan demikian sedimentasi terjadi karena adanya sumber sedimen, transpor sedimen dan daerah terjadinya sedimen atau pengendapan material. Fenomena fisik dihubungkan dengan transpor sedimen di daerah pantai dapat menghasilkan perubahan

morfologi pantai (erosi, sedimentasi) adalah faktor utama dalam desain, konstruksi dan operasi struktur pantai (Koutitas, 1988).

Berdasarkan teori klasik, partikel sedimen tidak akan bergerak apabila kecepatan aliran sangat kecil. Sedimen akan mulai bergerak jika kecepatan aliran cukup kuat sehingga gaya penggerak sedimen melebihi gaya stabilnya, kecepatan ini dikatakan sebagai kecepatan aliran kritis. Sebagian besar kriteria mulai bergerak partikel sedimen umumnya diturunkan atas dua pendekatan, yaitu pendekatan tegangan geser dan kecepatan. Pada Gambar 2.4 memperlihatkan gaya-gaya yang berkerja pada partikel sedimen didasar.



Gambar 2.4 Diagram yang Bekerja pada Partikel Sedimen
(Sumber : <http://digilib.itb.ac.id/files/disk1/621/jbptitbpp-gdl-mariawidia-31007-3-2008ts-2.pdf>)

Dimana :

d = diameter partikel

D = kedalaman perairan

F_D = gaya penarik (*drag force*)

F_L = gaya pengangkat

W_s = berat dibawah permukaan air

F_R = gaya penahan (*resistance force*)

Partikel sedimen berada pada kondisi mulai bergerak apabila salah satu dari kondisi berikut terpenuhi :

$$F_L = W_s$$

$$F_D = F_R$$

$$M_O = M_R$$

M_O = momen menggelinding yang disebabkan oleh F_D dan F_L

M_R = momen penahan yang disebabkan oleh F_L dan W_s

2.9.3 Transpor Sedimen

Transpor sedimen adalah gerak partikel yang dibangkitkan oleh gaya bekerja. Pada umumnya *transport* sedimen dikelompokkan atas tiga kelompok, yaitu : *bed load*, *suspended load*, dan *wash load*. *Bed load* didefinisikan sebagai *transport* sedimen yang mengalami kontak terus menerus dengan dasar selama pergerakannya (*sliding, jumping, dan rolling*). Sedangkan *Suspended load* dalam gerakannya tidak mengalami kontak yang terus menerus dengan dasar dan ukuran partikelnya lebih kecil (Murphy dan Aguirre, 1985; Fredsoe dan Rolf, 1993 dalam Mubarak, 2004). Sedangkan *wash load* terdiri dari partikel-partikel yang sangat halus, biasanya *wash load* tidak mewakili komposisi dasar.

2.9.4 Transpor Sedimen kohesif

Sedimen kohesif merupakan butiran-butiran partikel lumpur yang berada di dasar maupun di badan air yang bila bergabung akan membentuk suatu unit yang lebih besar yang disebut *floc*. Proses ini sangat bergantung pada konsentrasi sedimen. Flokulasi yang terjadi sangat mempengaruhi kecepatan jatuh sedimen kohesif. Semakin besar konsentrasi dari flokulasi yang terjadi maka akan semakin besar pula kecepatan jatuh sedimen (Irham, 2000).

2.9.5 Pengendapan (*deposition*) dan erosi (*erosion*)

Pengendapan dan resuspensi sedimen halus selama siklus pasut merupakan karakteristik penting dari *transport* sedimen kohesif di estuari. Hal tersebut sangat diperlukan dalam memodelkan dinamika sedimen untuk memperoleh informasi

secara kuantitatif proses perubahan didasar, yaitu pengendapan dan erosi (Dronkers dan Van Leussen, 1988).

Pengendapan merupakan suatu peristiwa dimana material sedimen tersuspensi (partikel, agregat atau *floc*) jatuh kedasar perairan dan menjadi sedimen dasar. Pada peristiwa ini arus sudah tidak mampu lagi mengangkat atau mempertahankan partikel sedimen berada dalam kolam air. Dengan pengertian lain bahwa tegangan geser dasar aliran lebih kecil dibandingkan dari tegangan geser pengendapan (Umar, 2000 dalam Mubarak, 2004).

Sedangkan peristiwa tergerus atau terangkatnya sedimen dari dasar perairan ke dalam kolam perairan menjadi sedimen tersuspensi disebut dengan erosi. Kecepatan erosi didefinisikan sebagai jumlah massa sedimen yang tererosi per satuan waktu. Partikel sedimen, gumpalan (*flocs*) atau bongkahan (*lumps*) dipermukaan dasar akan tererosi jika tegangan geser dasar (τ_b) yang ditimbulkan oleh arus dan gelombang melebihi tegangan geser kritis erosi (τ_{cd}). Hal ini tergantung pada karakteristik material dasar (komposisi mineral, material organik, salinitas, densitas, dan lain-lain) atau struktur dasar (Van Rijn, 1993).

2.10 Pemodelan Hidrodinamika 3-Dimensi

Persamaan yang digunakan dalam model ini adalah persamaan tiga dimensi *incompressible* Reynolds averaged Navier Stokes dan diasumsikan dari Boussinesq dan tekanan hidrostatik. Berdasarkan Noya *et.al* (2016), persamaan kontinuitas dinyatakan sebagai :

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = S \dots \dots \dots (2.1)$$

Persamaan momentum pada sumbu x dan y :

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial u^2}{\partial x} + \frac{\partial vu}{\partial y} + \frac{\partial wu}{\partial z} = \\ fv - g \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{1}{\rho_o} + \frac{\partial p_a}{\partial x} - \frac{g}{\rho_o} \int_z^n \frac{\partial \rho}{\partial x} dz + Fu + \frac{\partial}{\partial z} \left(v_t \frac{\partial u}{\partial t} \right) \\ + u_s S \dots \dots \dots (2.2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial v^2}{\partial x} + \frac{\partial uv}{\partial y} + \frac{\partial wv}{\partial z} = \\ -fu - g \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{1}{\rho_o} + \frac{\partial p_a}{\partial y} - \frac{g}{\rho_o} \int_z^n \frac{\partial \rho}{\partial y} dz + Fv + \frac{\partial}{\partial z} \left(v_t \frac{\partial v}{\partial t} \right) \\ + v_s S \dots \dots \dots (2.3) \end{aligned}$$

Dimana : t adalah waktu; x, y, dan z adalah koordinat kartesian; η adalah elevasi paras laut; d adalah kedalaman kolom air; $h = \eta + d$ adalah kedalaman total kolom air; u, v, dan w adalah komponen velositas (x, y, dan z); $f = 2\Omega \sin \phi$ adalah parameter coriolis Ω adalah kecepatan sudut rotasi bumi dan ϕ adalah lintang geografis; g adalah percepatan gravitasi; ρ merupakan densitas; v_t adalah turbulen verikal (atau viskositas *eddy*); P_a adalah tekanan atmosfer, ρ_o adalah reference densitas; S adalah besarnya debit karena sumber titik (*point source*) dan (u_s, v_s) adalah tegangan gesekan horizontal dengan menggunakan *gradien stress* yang dirumuskan sebagai berikut :

$$Fu = \frac{\partial}{\partial x} \left(2A \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(A \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \right) \dots \dots \dots (2.4)$$

$$Fv = \frac{\partial}{\partial x} \left(A \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(2A \left(\frac{\partial v}{\partial y} \right) \right) \dots \dots \dots (2.5)$$

dimana A adalah viskositas horizontal eddy.

Kondisi batas model untuk u , v , dan w adalah kondisi batas untuk dasar dengan persamaan maanya sebagai berikut :

$$u \frac{\partial d}{\partial x} + v \frac{\partial d}{\partial y} + w = 0, \left(\frac{\partial u}{\partial z}, \frac{\partial v}{\partial z} \right) = \frac{1}{\rho_0 v_t} (\tau_{bx}, \tau_{by}) \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana (τ_{bx}, τ_{by}) adalah komponen gesekan dasar x dan y .

Nilai $\tau_b = (\tau_{bx}, \tau_{by})$ ditentukan oleh kuadrat hukum gesekan (*friction law*)

$$\frac{\tau_b}{\rho_0} = c_f u_b |u_b| \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana : C_f adalah koefisien hambatan (*drag coefficient*) dan $u_b = (u_b, v_b)$ adalah kecepatan aliran diatas permukaan dasar. Kecepatan gesekan berkaitan dengan gesekan dasar (*bottom stress*) diberikan sebagai berikut :

$$u_{\tau b} = \sqrt{c_f |u_b|^2} \dots \dots \dots (2.8)$$

$$C_f = \frac{1}{\left(\frac{1}{k} \ln \left(\frac{\Delta z_b}{z_0} \right) \right)^2} \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana $k = 0,4$ adalah konstanta Von Karman dan z_0 adalah skala panjang kekerasan dasar.

Persamaan Transpor Sedimen

Persamaan transpor sedimen kohesif didasarkan pada persamaan Adveksi-Dispersi :

$$\begin{aligned} \frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} + v \frac{\partial c}{\partial y} &= \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial x} \left(h D_x \frac{\partial c}{\partial x} \right) + \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial y} \left(h D_y \frac{\partial c}{\partial y} \right) \\ &+ Q_L C_L \frac{1}{h} - S_c \dots \dots \dots (2.10) \end{aligned}$$

Dimana : c = konsentrasi rata-rata kedalaman (g/m^3), v = kecepatan aliran rata-rata kedalaman (m/s); D_x, D_y = koefisien dispersi (m^2/s); h = kedalaman air (m); S_c = Laju endapan (*deposition*) atau

laju erosi (*erosion*) ($\text{g/m}^2/\text{s}$); QI = Sumber debit per unit horizontal area ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$); CI = konsentrasi dari sumber debit (g/m^3).

Model ini digunakan pendekatan Krone untuk mengestimasi laju endapan (S_d)

$$S_d = w_s C_b P_d \dots \dots \dots (2.11)$$

$$P_d = 1 - \frac{\tau_b}{\tau_{cd}} = \tau_b \leq \tau_{cd} \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana w_s = kecepatan endapan (*settling*) (m/s); c_b = konsentrasi dekat dasar (*near bed*) (kg/m^3); P_d = Kemungkinan mengendap (*probability of deposition*); τ_b = Gesekan dasar (*bed shear stress*) (N/m^2); τ_{cd} = gesekan dasar kritis untuk endapan (*critical bed shear stress for deposition*) (N/m^2)

Parameter erosi lempung (*soft*) dan konsolidasi sebagian (*partly consolidated bed*) :

$$S_E = E \exp \left[\alpha \left(\tau_b - \tau_{ce} \right)^{\frac{1}{2}} \right] \tau_b > \tau_{ce} \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana E = Erodibilitas dasar (*erodibility of bed*) ($\text{kg/m}^2/\text{s}$), α = koefisien; τ_b gesekan dasar (*bed shear stress*) (N/m^2); τ_{ce} = gesekan dasar kritis untuk erosi (*critical bed shear stress for erosion*) (N/m^2).

2.11 Penelitian Terdahulu

1. Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Dewa Adhyatma (2015) dengan judul Studi Pemodelan Numerik 3D Sirkulasi Arus di Teluk Jakarta: Sebelum dan Sesudah Reklamasi. Tujuan penelitian tersebut adalah studi pemodelan numerik dengan ROMS-AGRIF untuk mendeskripsikan pola siklus tahunan sirkulasi arus di Teluk Jakarta sebelum dan sesudah dibangun reklamasi, serta perkiraan sebaran perunut pasif yang dilepas dari muara Cisadane. Validasi model tinggi muka laut dengan data satelit altimetri menunjukkan nilai korelasi yang tinggi ($r = 0.7$). Konfigurasi model dibuat dengan 3 skenario, dimana *Skenario 1* merupakan konfigurasi sebelum adanya reklamasi. *Skenario 2*,

konfigurasi GSW dengan kanal-kanal antar pulau-buatan yang diperlebar, dan *Skenario 3* konfigurasi model yang sesuai dengan cetak biru (*blue-print*) reklamasi GSW.

2. Riyadi, *et al.* (2009) meneliti tentang pergerakan aliran sedimen yang terjadi di Muara Kali Porong. Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah mendapatkan suatu permodelan aliran sedimen di Muara Kali Porong dengan parameter-parameter permodelan yang cukup signifikan. Penelitian ini meneliti tentang pergerakan sedimen. Sedimen yang akan dibuat pemodelan berasal dari angkutan aliran sungai, sedimen yang berasal dari sumber lain dianggap kecil (diabaikan). Permodelan sedimen di muara Kali Porong menggunakan program bantu model aliran tidak tetap (*unsteady flow*) dua dimensi dari SMS (*Surface water Modeling System*). Dari hasil analisa RMA2 didapatkan lima model pola distribusi kecepatan aliran dan tinggi muka air. Sedangkan untuk penyebaran nilai konsentrasi sedimen dapat disimpulkan bahwa semakin mendekati hilir, konsentrasi sedimen akan semakin berkurang.

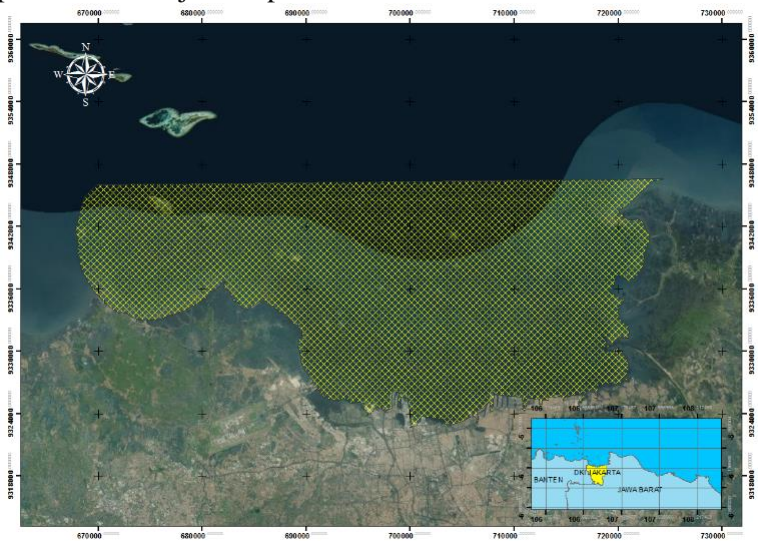
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

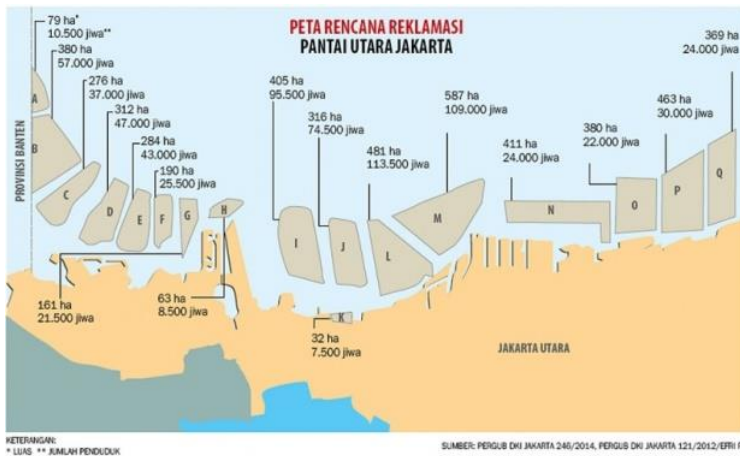
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berlokasi di perairan Teluk Jakarta, Provinsi DKI Jakarta. Pada penelitian ini membatasi area pemodelan pada koordinat $5^{\circ}54' - 6^{\circ}80' \text{ LS}$ dan $106^{\circ}30' - 107^{\circ}20' \text{ BT}$. Penelitian dilakukan pada Bulan Januari dan September tahun 2011 (untuk pemodelan pra reklamasi) dan Bulan Februari dan Mei tahun 2016 (untuk pemodelan pasca reklamasi). Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian



Gambar 3.2. Peta Rencana Reklamasi Pantai Utara Jakarta
(Sumber : Peraturan Gubernur DKI Jakarta 246/2014)

3.2 Data dan Peralatan

3.2.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini meliputi :

1. Peta batimetri Teluk Jakarta tahun 2015 yang diperoleh dari Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI AL (Pushidosal).
2. Data pasang surut Bulan Januari dan September tahun 2011 dan Bulan Februari dan Mei tahun 2016 yang diperoleh dari Pushidosal.
3. Masterplan Reklamasi 17 Pulau di Teluk Jakarta
4. Data *river discharge* lima sungai yang bermuara ke Teluk Jakarta tahun 2011 dan 2016. Data diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung dan Cisadane (BBWS Cil-Cis) Kementerian Pekerjaan Umum Provinsi DKI Jakarta. Data tersebut meliputi data debit harian Sungai Pesanggrahan, Kali Angke, Sungai Ciliwung, Kali Sunter, dan Sungai Cakung.

5. Data curah hujan harian tahun 2011 dan 2016 yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG).
6. Data arus Satelit Altimetri Bulan Januari dan September tahun 2011 dan Bulan Februari dan Mei tahun 2016

3.2.2 Peralatan

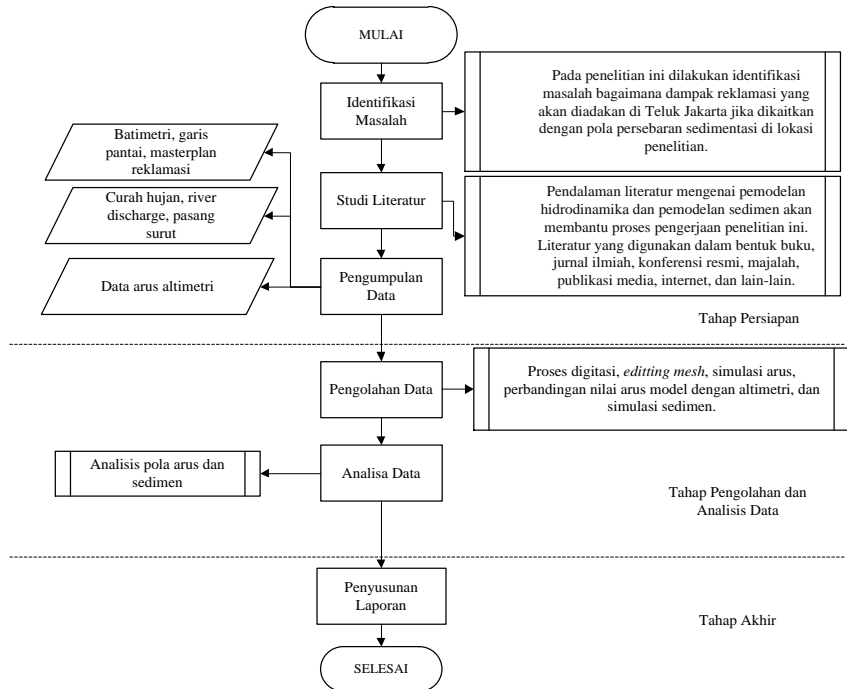
Peralatan yang dibutuhkan dalam Tugas Akhir ini adalah:

- a. Perangkat Lunak (*Software*)
 1. *Software* perancangan
Perangkat lunak ini digunakan untuk melakukan retifikasi peta, proses digitasi garis pantai, digitasi kedalaman, dan *masterplan* reklamasi Teluk Jakarta.
 2. *Software* untuk konversi dxf-xyz
Perangkat lunak ini digunakan untuk mengkonversikan hasil digitasi garis pantai, data kedalaman, dan *masterplan* reklamasi dalam format (.dxf) menjadi format (.xyz) sehingga dapat dilakukan proses pemodelan arus dan sedimen.
 3. Matlab untuk proses *plotting* data
 4. *Software* pemodelan arus dan sedimen
Perangkat lunak ini digunakan untuk pembuatan *mesh*, *editing mesh*, pemodelan hidrodinamika dan pemodelan sedimen di area penelitian.
 5. Software ODV (*Ocean Data View*)
Digunakan untuk pengolahan data satelit altimetri.
 6. ArcGIS untuk proses *plotting* data altimetri.

3.3 Metodologi Penelitian

3.4 3.3.1 Tahapan Penelitian

3.5



Gambar 3.3 Tahapan Penelitian

1. Identifikasi Masalah

Sebelum sebuah penelitian dikerjakan, peneliti harus melakukan identifikasi masalah di area penelitian. Identifikasi masalah merupakan tahap awal yang melatarbelakangi permasalahan yang sedang terjadi, sehingga peneliti dapat melakukan perumusan permasalahan dan penentuan batasan masalah serta menentukan tujuan diadakannya penelitian tersebut. Pada penelitian ini dilakukan identifikasi masalah bagaimana dampak reklamasi yang akan diadakan di Teluk

Jakarta jika dikaitkan dengan pola persebaran sedimentasi di lokasi penelitian.

2. Studi Literatur

Setelah melakukan identifikasi masalah pada area penelitian, peneliti perlu untuk memperdalam pengetahuannya terkait topik yang akan dibahas sehingga mempermudah dalam proses pengolahan data dan analisis data yang dilakukan. Pendalaman literatur mengenai pemodelan hidrodinamika dan pemodelan sedimen akan membantu proses pengerjaan penelitian ini. Literatur yang digunakan dalam bentuk buku, jurnal ilmiah, konferensi resmi, majalah, publikasi media, internet, dan lain-lain.

3. Pengumpulan Data

Pada tahapan pengumpulan data meliputi proses pembuatan ijin dan pengambilan data ke instansi terkait. Data yang dikumpulkan meliputi peta batimetri Teluk Jakarta, data debit sungai harian 5 sungai yang bermuara di Teluk Jakarta, data pasang surut stasiun Tanjung Priok, data arus pengukuran di Teluk Jakarta dan data curah hujan harian stasiun Tanjung Priok.

4. Pengolahan Data

Sebelum melakukan pengolahan arus dan sedimen, diperlukan pengolahan data batimetri, dan garis pantai dengan software perancangan. Kemudian dilanjutkan dengan pengolahan data satelit altimetri dan simulasi model arus dan sedimen.

5. Analisa Data

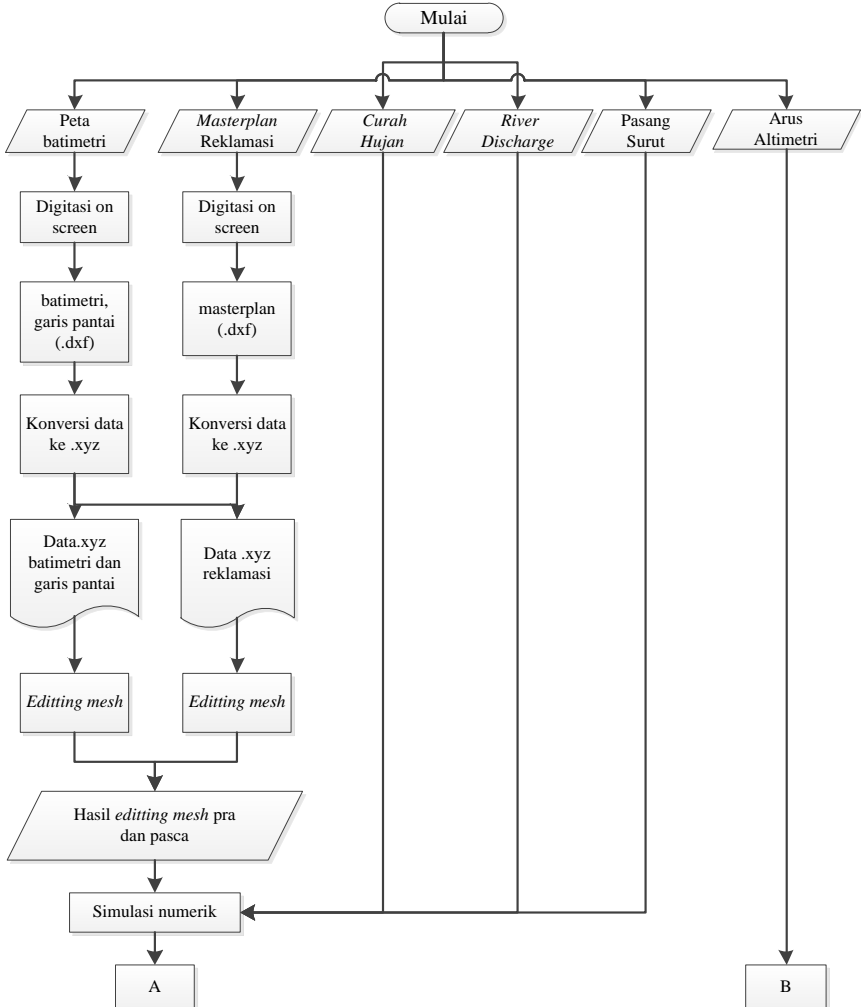
Pada tahap ini, dilakukan analisa terhadap data pengolahan yang telah berhasil diperoleh. Pada tahapan analisa ini diharapkan dapat memperoleh kesimpulan yang menjawab tujuan dilakukannya penelitian ini.

6. Pembuatan Laporan

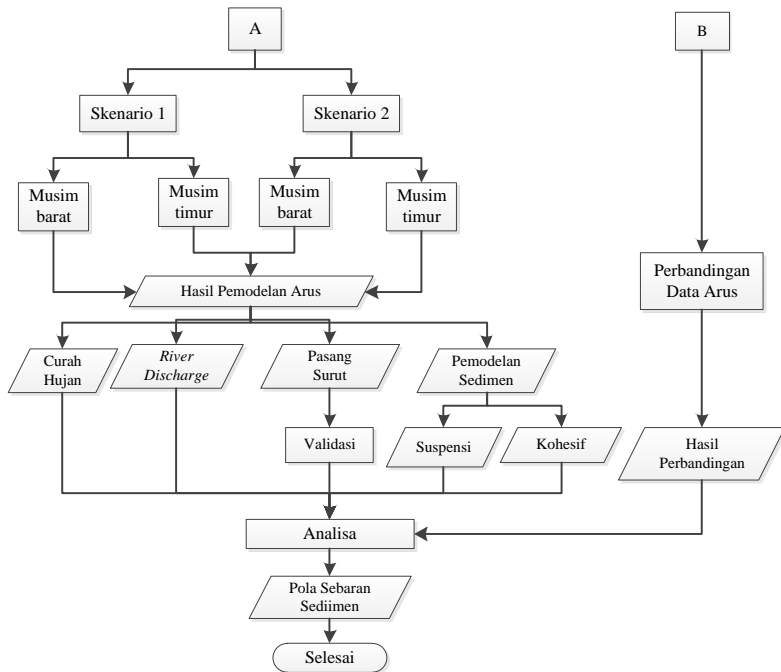
Tahap pembuatan laporan merupakan tahapan akhir yang dilakukan dalam penelitian ini yang meliputi tahapan awal penelitian hingga diperoleh kesimpulan dalam penelitian ini.

3.3.2 Tahapan Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data pada penelitian ini dijelaskan dalam diagram alir pada Gambar 3.4 berikut :



Gambar 3.4 Diagram Alir Pengolahan Data (1)



Gambar 3.5 Diagram Alir Pengolahan Data (2)

Penjelasan Diagram Alir

1. Data Masukan

Pada penelitian ini diperlukan beberapa data yang digunakan untuk proses simulasi. Data-data yang diperlukan antara lain data batimetri perairan Teluk Jakarta, data garis pantai, data pasang surut Stasiun Tanjung Priok, data *river discharge* harian 5 sungai yang bermuara ke Teluk Jakarta (Sungai Pesanggrahan, Kali Angke, Sungai Ciliwung, Kali Sunter, dan Sungai Cakung), data curah hujan harian Stasiun Tanjung Priok, dan data arus altimetri sebagai perbandingan.

2. Pengolahan Data

Pada tahapan ini, data – data yang telah diperoleh kemudian dilakukan pengolahan data untuk membuat simulasi model arus dan simulasi sedimen. Sebelum melakukan pemodelan, diperlukan beberapa tahapan persiapan data. Beberapa data yang diperlukan pengolahan terlebih dahulu antara lain data batimetri, garis pantai, dan *masterplan* reklamasi Teluk Jakarta yaitu proses mengubah data raster menjadi data vektor dan dikonversi menjadi data koordinat (x,y,z) dalam format .xyz. Tahapan pengolahan tersebut berikut :

a. Proses digitasi *on screen* peta batimetri dan *masterplan* reklamasi Teluk Jakarta

Untuk proses digitasi diperlukan untuk memperoleh data kedalaman Teluk Jakarta, data garis pantai, dan data *masterplan* reklamasi Teluk Jakarta berdasarkan peta batimetri tahun 2015 skala 1:50.000 yang dimiliki oleh Pushidrosal. Berikut merupakan tahapan untuk memperoleh data x, y, dan z dari data raster ke data vektor menggunakan *software* perancangan:

- a. Buka Program perancangan.
- b. Klik menu *insert > raster image* .
- c. Pilih peta batimetri hasil *scanning* yang akan didigitasi > klik *open*.
- d. Klik menu *view > zoom > extents*, untuk menampilkan gambar tepat ditengah-tengah layar.
- e. Untuk proses *georeferencing*, klik menu *map > tools > rubber sheet*.
- f. *Base point 1* : isikan koordinat pada gambar atau klik sebuah titik pada peta.

- g. Lakukan hal yang sama hingga diperoleh 4 *base point*, kemudian tekan *enter*.
- h. Ketik : *select* > blok semua objek > *view* > *zoom* > *extents*.
- i. Diperoleh peta yang telah *tergeoreferencing*.
- j. Kemudian dilanjutkan dengan proses digitasi sesuai dengan layer yang akan digunakan yaitu layer kedalaman, layer garis pantai, dan layer rencana reklamasi. Klik menu *format* > *layer*.
- k. Buat layer baru untuk masing-masing objek yang ada pada gambar.
- l. Aktifkan *layer* yang akan didigitasi > memulai digitasi
- m. Setelah semua obyek yang ada di gambar didigitasi maka proses digitasi selesai.
- n. Data digitasi tersebut kemudian di ekport menjadi data x, y, dan z dengan menggunakan *software* konversi.

Data lainnya yaitu data *river discharge*, curah hujan, dan pasang surut digunakan sebagai data masukan dalam pemodelan. Sedangkan data arus altimetri satelit Jason digunakan untuk perbandingan dengan arus model.

b. *Editting Mesh*

Proses awal yang penting dalam pemodelan numerik adalah pembangunan *mesh* dan *editting mesh*, pada penelitian ini pembangunan *mesh* dan *editting mesh* menggunakan perangkat lunak yang sama dengan perangkat lunak untuk pemodelan. Pada tahapan *editting mesh* diperlukan beberapa tahapan untuk memperoleh *mesh* yang siap untuk dilanjutkan pada tahap pemodelan. Beberapa tahapan yang dilakukan pada proses *editting mesh* yaitu :

- a. Buka *software* pemodelan.
- b. Pilih modul *generate mesh*.

- c. Masukkan data garis pantai hasil digitasi.
 - d. Melakukan editing pada data garis pantai dan menentukan daerah batasan pemodelan.
 - e. Mendeskripsikan atribut untuk masing-masing batas.
 - f. Melakukan “*generate mesh*” yaitu proses pembentukan segitiga tidak beraturan (*unstructured triangle*) pada area batas pemodelan. Pada proses ini diperlukan analisis *mesh* sebagai tujuan untuk menghasilkan *mesh* yang baik untuk pemodelan. Beberapa analisis yang dilakukan yaitu :
 - a. Memperhalus batas-batas daratan
 - b. Memperhalus dan memperbaiki jaring-jaring. Pada penelitian ini digunakan aturan sudut terkecil untuk masing-masing segitiga kurang dari 30 derajat, dan luas minimal setiap segitiga minimal 20 m².
 - g. Memasukkan data batimetri dengan format .xyz kedalam area *mesh*, kemudian dilakukan interpolasi kedalam.
 - h. Setelah *mesh* telah selesai proses *editing* maka dilanjutkan dengan proses pemodelan hidrodinamika dan sedimen. Simulasi pemodelan dilakukan di wilayah Teluk Jakarta pada kondisi pra reklamasi (bulan Januari dan September tahun 2011), dan pasca reklamasi (bulan Februari dan Mei tahun 2016). Pemilihan waktu tersebut berdasarkan curah hujan tertinggi dan terendah yang terjadi sepanjang tahun pemodelan tersebut berdasarkan data curah hujan yang diperoleh dari BMKG.
3. Hasil Pemodelan Arus
- Arus pemodelan yang dihasilkan dilakukan perbandingan dengan data arus hasil pengolahan data Satelit Altimetri Jason-1 dan Jason-2. Pemodelan arus ditempuh dengan pendekatan *numeric finite volume*, dan asumsi yang dipakai adalah pendekatan barotropik. Barotropik merupakan situasi dimana densitas memiliki tekanan yang sama atau

sejajar dengan permukaan laut. Dari hasil pemodelan arus akan diperoleh hasil untuk data Curah Hujan, Data *River Discharge*, Data Pasang Surut dan Hasil Pemodelan Sedimen.

4. Hasil Pemodelan Sedimen

Hasil pemodelan sedimen yang diperoleh yaitu berupa sedimen tersuspensi dan sedimen kohesif di Teluk Jakarta.

5. Analisa

Pada tahapan ini terdapat beberapa parameter yang perlu untuk dianalisis antara lain hasil curah hujan, hasil *river discharge*, hasil pasang surut pemodelan dengan pengamatan Pushidrosal, hasil pemodelan arus, hasil perbandingan data arus model dan altimetri, hasil pemodelan sedimen tersuspensi dan kohesif, dan analisis dampak yang terjadi akibat diadakannya reklamasi di wilayah penelitian.

6. Pola Sebaran Sedimen di Teluk Jakarta

Setelah keseluruhan hasil dianalisis maka akan diperoleh pola persebaran sedimen di Teluk Jakarta yang berupa visualisasi dan nilai pertambahan atau pengurangan sedimen. Hasil akhir dari penelitian akan dilaporkan sebagai bentuk pertanggung jawaban atas penelitian yang telah dilaksanakan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV

HASIL DAN ANALISA

4.1 Hasil Editing Mesh

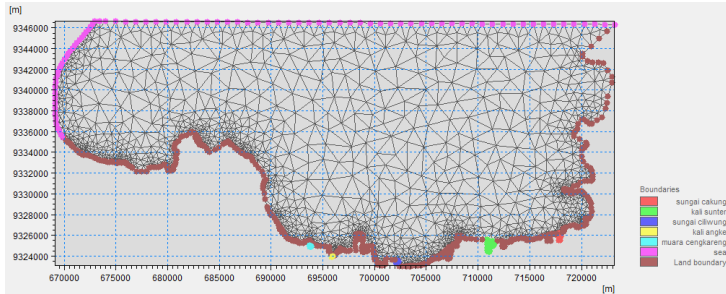
Hasil *editing mesh* yang diperoleh terdiri atas dua, yaitu *mesh* pra reklamasi dan pasca reklamasi. Hasil *mesh* yang telah dianggap baik (tidak terdapat *error* dan telah memenuhi persyaratan analisis *mesh*) dapat digunakan sebagai salah satu masukan data utama pada simulasi.

4.1.1 Desain Model

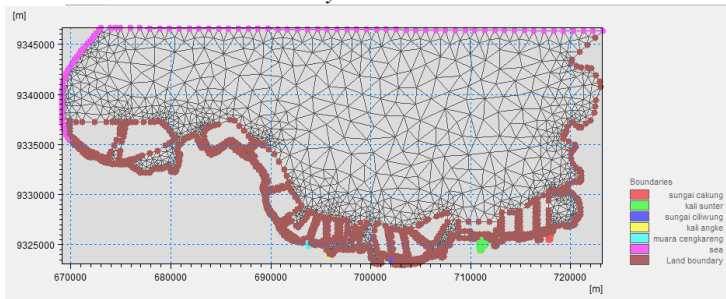
Pemodelan dilakukan dengan menggunakan dua tahap yaitu pemodelan hidrodinamika dan sedimen. Model hidrodinamika (arus) menggunakan modul hidrodinamika dengan memperhitungkan kondisi perairan yang bersifat barotropik. Sedangkan model sedimen dibangun untuk pemodelan sedimen kohesif (lumpur).

Desain model yang digunakan adalah TIN (*Triangulated Irregular Network*) karena bersifat lebih responsif terhadap bentuk garis pantai yang tidak teratur dibandingkan dengan menggunakan bentuk *grid*, lebih akurat dalam menyajikan data permukaan bumi, keperluan ruangan penyimpanan yang lebih sedikit, dan dapat lebih baik dalam memodelkan data kedalaman. Model yang diperoleh dibuat dalam 2 skenario, dimana skenario 1 adalah kondisi perairan Teluk Jakarta saat pra reklamasi (baik saat musim penghujan dan kemarau). Sedangkan pada skenario 2 adalah kondisi perairan setelah pasca reklamasi (baik saat musim penghujan dan kemarau). Salah satu hal yang penting dilakukan dalam desain model adalah dengan penentuan *boundary condition*. Komponen pasang surut dimasukkan sebagai gaya penggerak ke dalam simulasi model dibatas terbuka yang berbatasan langsung

dengan Laut Jawa. Selain itu, simulasi model ini menggunakan parameter lima debit sungai yang juga merupakan *boundary condition* pada beberapa lokasi di selatan area penelitian seperti ditunjukkan pada gambar 4.1 dan 4.2.



Gambar 4.1 *Boundary Condition* Pra Reklamasi



Gambar 4.2 *Boundary Condition* Pasca Reklamasi

Pada penelitian ini digunakan tujuh *boundary condition* dengan penjelasan sebagai berikut :

Tabel 4.1 Atribut *Boundary Condition*

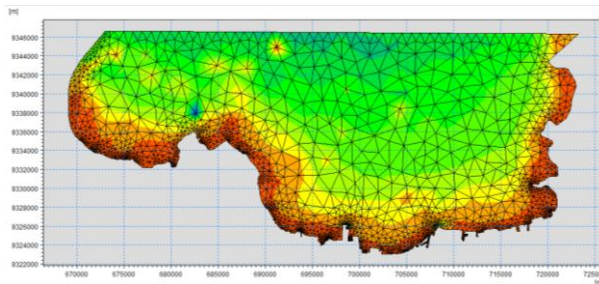
Atribut	Keterangan
1	<i>Land</i>
2	<i>Sea</i>
3	Muara Cengkareng
4	Kali Angke
5	Sungai Ciliwung
6	Kali Sunter
7	Sungai Cakung

Spesifikasi *TIN* yang dihasilkan pada lokasi penelitian adalah sebagai berikut :

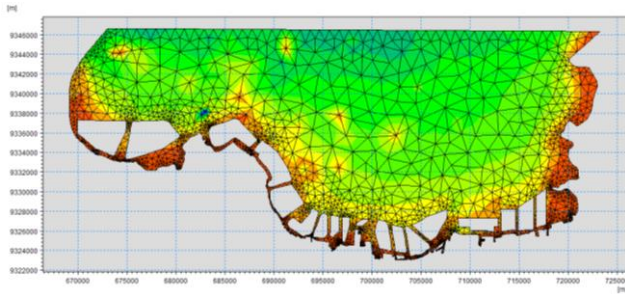
Tabel 4.2 Spesifikasi *TIN*

Keterangan	Jumlah Elemen	Jumlah Titik
Pra Reklamasi	4236	2484
Pasca Reklamasi 17 Pulau	4484	2873

Selain penentuan *boundary condition*, pada tahap awal pemodelan bagian yang paling utama adalah proses *editing mesh*. *Element mesh* secara otomatis terbentuk berdasarkan data garis pantai dan *boundary condition* yang telah ditentukan. Pada penelitian ini, dalam *editing mesh* menggunakan kriteria : (1) minimum sudut terkecil untuk masing-masing *mesh* sebesar 30° (2) minimum luasan untuk masing-masing *mesh* sebesar 20 m^2 . Pada saat proses *editing mesh*, modifikasi *mesh* dilakukan secara manual untuk melakukan pemindahan titik, *merging triangular elements*, penghalusan batas-batas daratan lautan dan proses *editing* lainnya. Ketika keseluruhan proses *editing* telah dilakukan, maka dilanjutkan dengan penambahan data batimetri dan *mesh* telah berhasil dibentuk. Berikut ditampilkan hasil *editing mesh* baik pra maupun pasca reklamasi.



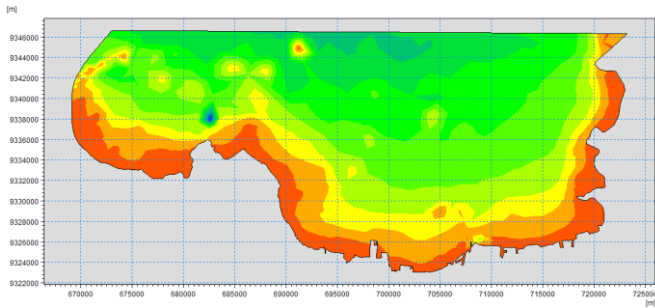
Gambar 4.3 Hasil *Mesh* Pra Reklamasi



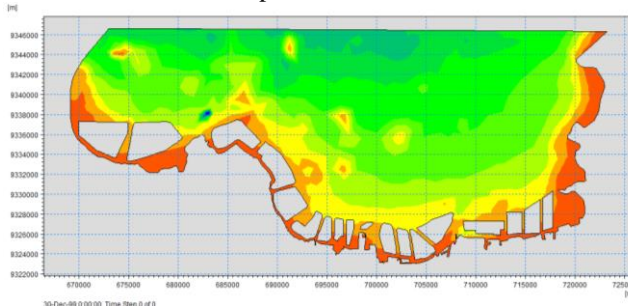
Gambar 4.4 Hasil *Mesh* Pasca Reklamasi

4.1.2 Daerah Model

Secara geografis, lokasi pemodelan terletak antara $5^{\circ}54'$ - $6^{\circ}80'$ Lintang Selatan dan $106^{\circ}30'$ - $107^{\circ}20'$ Bujur Timur.



Gambar 4.5 Hasil Interpolasi Kedalaman Pra Reklamasi



Gambar 4.6 Hasil Interpolasi Kedalaman Pasca Reklamasi

Dari data kedalaman yang diperoleh dari Pushidrosal dapat diketahui bahwa data kedalaman Teluk Jakarta paling

dalam sebesar 56 meter dan kedalaman terdangkal sebesar 1 meter. Maka dapat diketahui bahwa kedalaman perairan Teluk Jakarta relatif landai dengan kedalaman rata-rata 15 meter. Umumnya data kedalaman (batimetri) disimbolkan dengan tanda positif (+), namun pada *software* pemodelan yang digunakan terdapat pengecualian khusus untuk data batimetri digunakan angka dibawah nol (0) atau bertanda negatif (-), hal tersebut sesuai dengan modul yang dikeluarkan oleh *software* pemodelan tersebut.

4.1.3 Waktu Pemodelan

Waktu yang digunakan untuk proses simulasi arus dan sedimen adalah sebagai berikut :

1. Januari 2011

Lama Simulasi : 31 hari
Warming up : 5 hari (27 – 31 Desember 2010)
Time Step : 900 detik
Total Time Step : 3456 *timestep*

2. September 2011

Lama Simulasi : 30 hari
Warming up : 5 hari (27 – 31 Agustus 2011)
Time Step : 900 detik
Total Time Step : 3360 *timestep*

3. Februari 2016

Lama Simulasi : 29 hari
Warming up : 5 hari (27 – 31 Januari 2016)
Time Step : 900 detik
Total Time Step : 3264 *timestep*

4. Mei 2016

Lama Simulasi : 31 hari
Warming up : 5 hari (26 – 30 Desember 2016)
Time Step : 900 detik
Total Time Step : 3456 *timestep*

4.2 Hasil Pemodelan Arus

Dari hasil simulasi arus yang diperoleh, terdapat beberapa komponen yang dihasilkan. Komponen tersebut antara lain curah hujan, *river discharge* hasil pemodelan, pasang surut, dan nilai kecepatan arus pra dan pasca reklamasi.

4.2.1. Curah Hujan

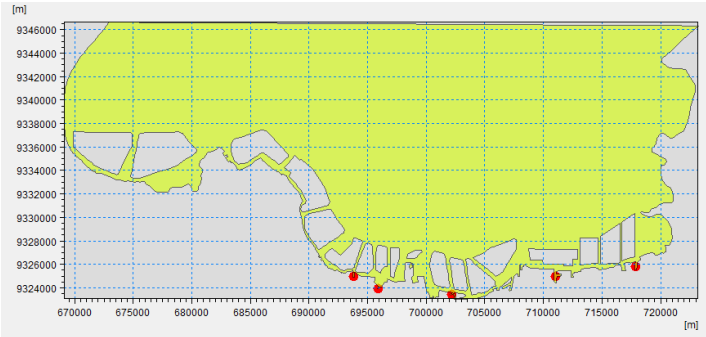
Curah hujan di wilayah Teluk Jakarta di peroleh dari stasiun pengamatan cuaca milik BMKG tepatnya di Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Priok, kode 9674, Kabupaten Kota Administrasi Jakarta Utara, provinsi DKI Jakarta. Pada penelitian ini, simulasi yang digunakan adalah data curah hujan baik sebelum maupun setelah diadakan reklamasi. Berikut merupakan data yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 4.3 Data Curah Hujan di Stasiun Tanjung Priok

No	Kondisi	Bulan	Curah Hujan	Keterangan
1	Pra reklamasi	Januari 2011	266,4 mm	Musim Penghujan
2		September 2011	10,8 mm	Musim kemarau
3	Pasca reklamasi	Februari 2016	448 mm	Musim Penghujan
4		Mei 2016	139,8 mm	Musim kemarau

(Sumber : BMKG)

Musim hujan di Indonesia umumnya terjadi pada Bulan Oktober hingga Maret, sedangkan musim kemarau terjadi pada bulan April hingga September. Selain berdasarkan rentang tersebut, salah satu parameter penentuan musim adalah total curah hujan bulanan yang terjadi. Untuk itu, berdasarkan data yang diperoleh, digunakan bulan Januari 2011 dan Februari 2016 sebagai musim penghujan dalam pemodelan. Dan bulan September 2011 dan Mei 2016 sebagai musim kemarau dalam pemodelan.



Gambar 4.8 Lokasi Sungai di Pemodelan

Berdasarkan data yang diperoleh dari BBWS Cil-Cis diketahui rata-rata debit kelima Sungai tersebut ditampilkan pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Data Debit Sungai Rata-Rata

Nama Sungai	Luas x 10 ⁶ (m ²)	Debit Sungai Rata – Rata (m ³ /s)			
		Januari 2011	September 2011	Februari 2016	Mei 2016
Sungai Pesanggarahan	255	82,66	75,97	99,92	95,84
Kali Angke	255	13,43	7,99	7,21	3,49
Sungai Ciliwung	337	29,27	12,19	11,66	4,02
Kali Sunter	117.9	10,02	8,39	9,03	8,34
Sungai Cakung	33.8	1,02	0,08	1,73	1,35

(Sumber : BBWS Cil-Cis)

Berdasarkan data tersebut diketahui Sungai yang memiliki debit rata-rata yang paling tinggi adalah Sungai Pesanggarahan dengan nilai debit diatas 70 m³/s, sedangkan Sungai dengan debit paling rendah adalah Sungai Cakung dengan nilai debit rata-rata kurang dari 2 m³/s. Berdasarkan hasil pemodelan diperoleh nilai kecepatan rata-rata untuk masing-masing sumber arus yang berasal dari Sungai adalah sebagai berikut.

Tabel 4.5 Data Kecepatan Arus Sungai hasil Pemodelan

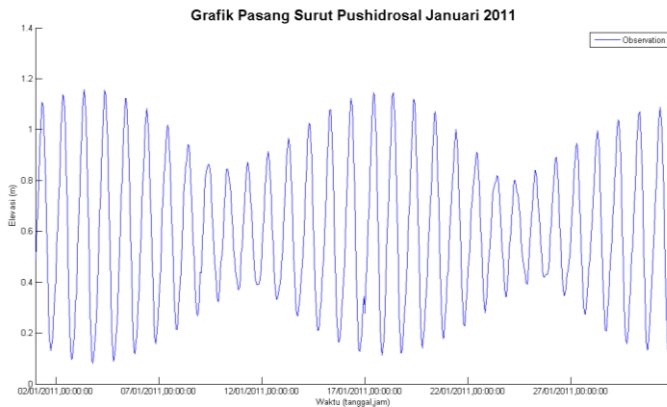
Sungai	Jan 2011	Sept 2011	Feb 2016	Mei 2016
	Kecepatan Arus (m/s)	Kecepatan Arus (m/s)	Kecepatan Arus (m/s)	Kecepatan Arus (m/s)
Pesanggrahan	0,124	0,222	0,229	0,219
Angke	0,030	0,028	0,033	0,016
Ciliwung	0,042	0,025	0,021	0,051
Sunter	0,008	0,015	0,011	0,012
Cakung	0,002	0,005	0,002	0,002

4.2.3. Hasil Pasang Surut

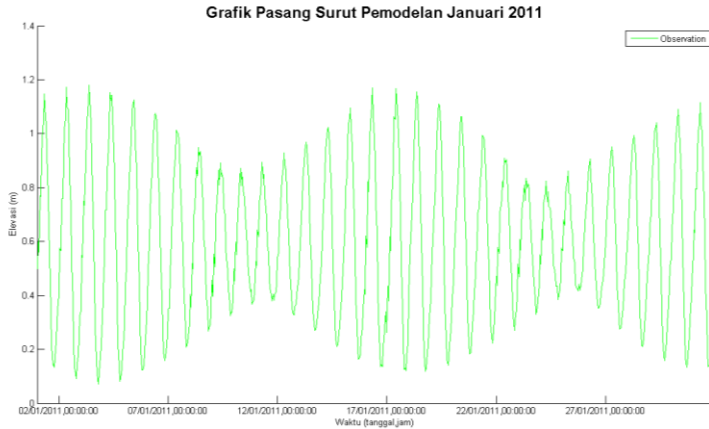
Data pasang surut yang dipakai adalah data pasang surut Stasiun Tanjung Priok pada koordinat $06^{\circ} 05' 45''$ LS - $106^{\circ} 53' 10''$ BT yang didapatkan dari Pushidrosal. Data pasang surut tersebut berupa data bulan Januari dan September 2011 (untuk simulasi pra reklamasi) dan data bulan Februari dan Mei (untuk simulasi pasca reklamasi).

a. Bulan Januari 2011

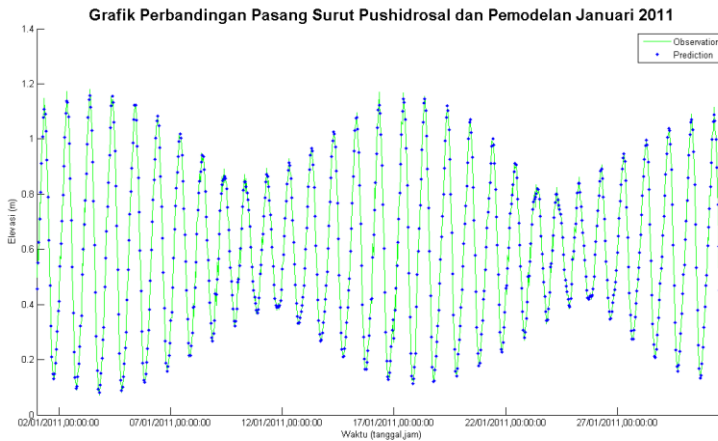
Pasang surut dari data yang diperoleh dari Pushidrosal dan pasang surut yang diperoleh dari hasil pemodelan pada Bulan Januari 2011 ditampilkan pada gambar berikut.



Gambar 4.9 Grafik Pasang Surut Pushidrosal Januari 2011



Gambar 4.10 Grafik Pasang Surut Pemodelan Januari 2011



Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Pasang Surut Pushidrosal dan Pemodelan Januari 2011

Pemodelan pada Bulan Januari 2011 dilakukan selama satu bulan pengamatan yaitu dimulai dari tanggal 1 Januari hingga 31 Januari 2011. Verifikasi model dilakukan dengan membandingkan data Pushidrosal pada waktu yang sama dengan data hasil pemodelan. Pada Gambar 4.11 menunjukkan

perbandingan hasil pasang surut Pushidrosal (garis biru putus) dengan hasil pemodelan (garis hijau) menunjukkan pola (naik-turun) yang sama. Verifikasi model dilakukan dengan menghitung *Root Mean Square (RMS Error)*. RMSE merupakan pengukuran yang menyatakan perbandingan antara nilai pengamatan dengan nilai pasang surut hasil pemodelan. RMS menyajikan total dari residu menjadi ukuran tunggal dari kekuatan prediksi/model (Ongkosongo, 1998). Nilai RMSE dinyatakan dengan persamaan (4-1) berikut :

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{obs,i} - x_{model,i})^2}{n}} \dots\dots\dots(4-1)$$

dimana X_{obs} menyatakan nilai observasi dan X_{model} adalah nilai model; sedangkan n adalah banyaknya populasi. Hasil pemodelan dapat dikatakan valid jika nilai $RMSE$ kurang dari 1. Dalam perhitungan $RMSE$ untuk menguji validitas pemodelan, nilai observasi yang digunakan adalah data pasang surut Pushidrosal sedangkan nilai model menggunakan data pasang surut hasil pemodelan. Dengan jumlah populasi 744 dari sesuai dengan banyaknya populasi, maka perhitungan nilai $RMSE$ adalah sebagai berikut:

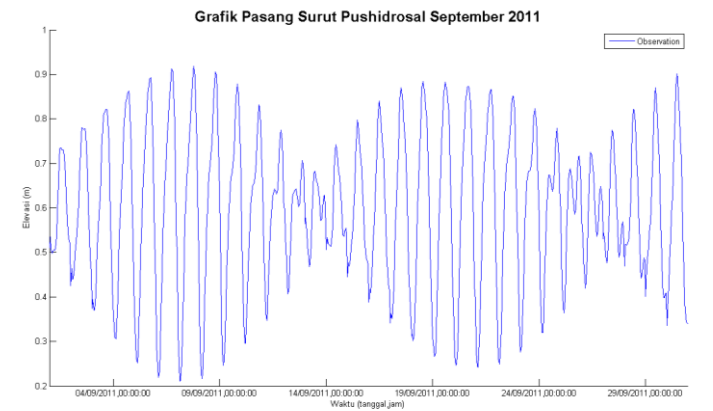
$$RMSE = \sqrt{\frac{0.000345}{744}} = 0,003 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh nilai $RMSE < 1$. Sehingga, dapat dikatakan hasil pemodelan dianggap baik. Berdasarkan data yang diperoleh dari pushidrosal diperoleh nilai elevasi maksimum sebesar 1,15 m sedangkan data hasil pemodelan memiliki nilai maksimum sebesar 1,18 m. Elevasi maksimum terjadi pada tanggal 3 Januari 2011 pukul 09.00 WIB, dan elevasi minimum pada tanggal yang sama pada pukul 19.00 WIB. Sedangkan, untuk data minimum yang dimiliki Pushidrosal memiliki nilai sebesar 0,08 m sedangkan data hasil pemodelan memiliki nilai minimum sebesar 0,07 m.

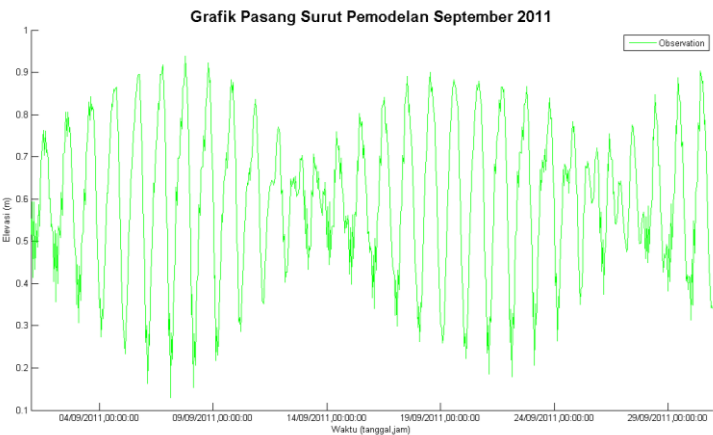
b. Bulan September 2011

Pada Bulan September 2011, data pasang surut yang digunakan merupakan data pasang surut 30 hari (1 September

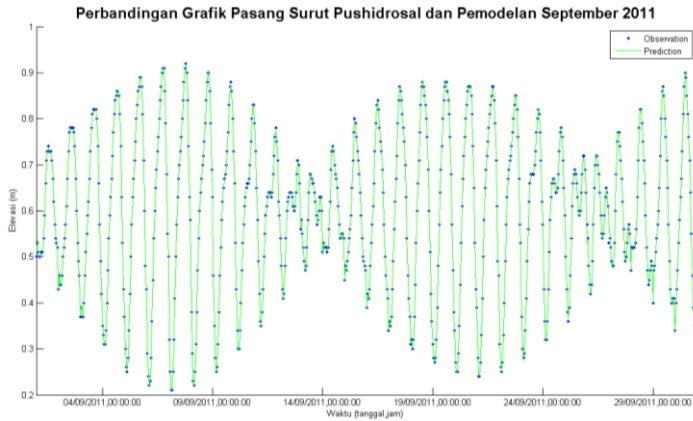
hingga 30 September 2011). Berikut merupakan grafik pasang surut yang telah diperoleh.



Gambar 4.12 Grafik Pasang Surut Pushidrosal September 2011



Gambar 4.13 Grafik Pasang Surut Pemodelan September 2011

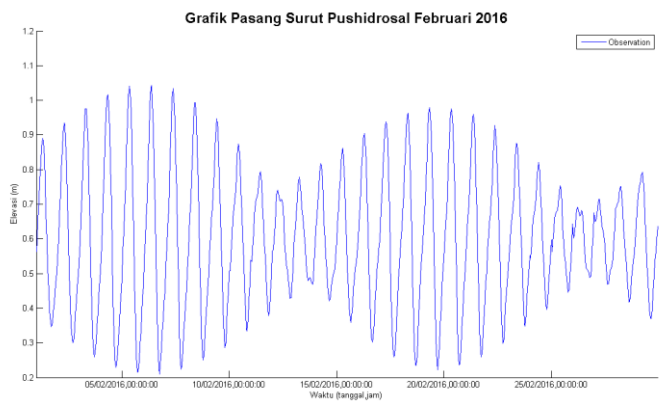


Gambar 4.14 Perbandingan Grafik Data Pushidrosal dan Pemodelan September 2011

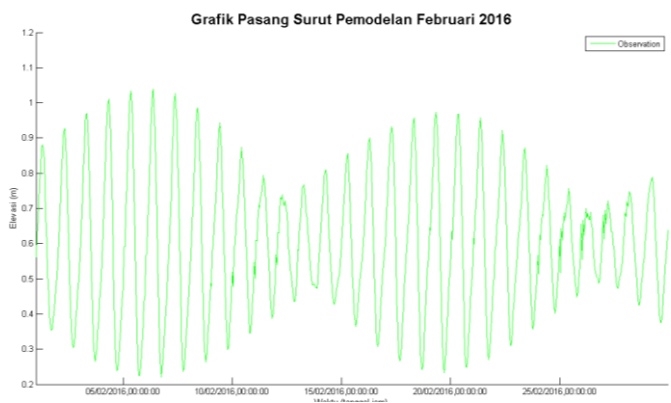
Berdasarkan data pasang surut pengamatan dan pemodelan pada bulan September 2011 dapat diperoleh nilai RMSE sebesar 0,003 m sehingga hasil pemodelan dapat dikatakan baik. Untuk nilai elevasi tertinggi pada data Pushidrosal adalah sebesar 0,91 m sedangkan hasil pemodelan sebesar 0,93 m pada tanggal 7 September pukul 19.00. Sedangkan elevasi terendah terjadi pada tanggal 7 September 2011 pukul 03.00 dengan nilai sebesar 0,12 m untuk data Pushidrosal dan 0,12 m untuk data hasil pemodelan.

c. Bulan Februari 2016

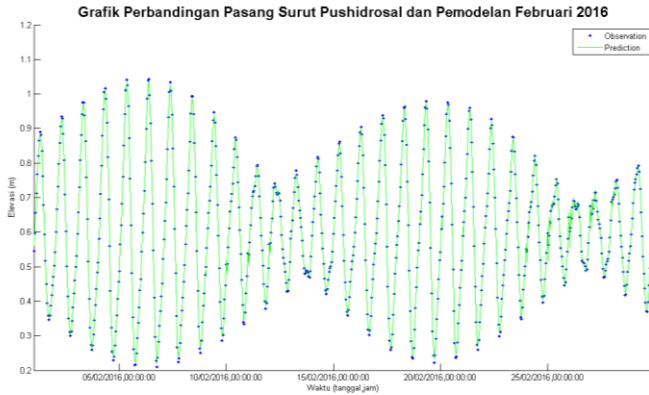
Pasang surut dari data yang diperoleh dari Pushidrosal dan pasang surut yang diperoleh dari hasil pemodelan pada Bulan Februari 2011 ditampilkan pada gambar berikut.



Gambar 4.15 Grafik Pasang Surut Pushidrosal Februari 2016



Gambar 4.16 Grafik Pasang Surut Pemodelan Februari 2016



Gambar 4.17 Grafik Perbandingan data Pasang Surut Pushidrosal dan Pemodelan Februari 2016

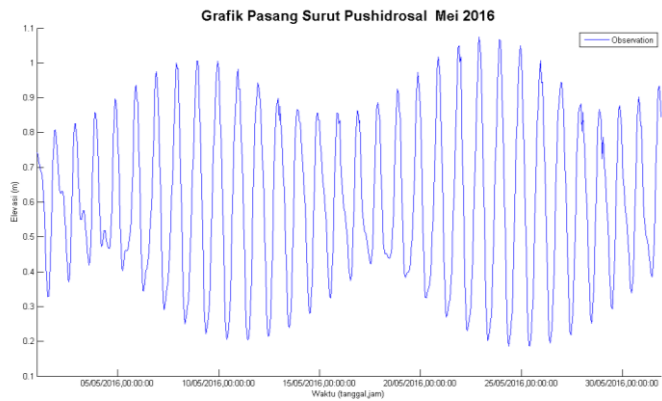
Pemodelan pada Bulan Februari 2016 dilakukan selama 29 hari pengamatan yaitu dimulai tanggal 1 Februari hingga 29 Februari 2016. Berdasarkan grafik perbandingan diatas dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara data Pushidrosal dengan data yang diperoleh dari hasil pemodelan.

$$RMSE = \sqrt{\frac{0.002133}{696}} = 0,007 \text{ m}$$

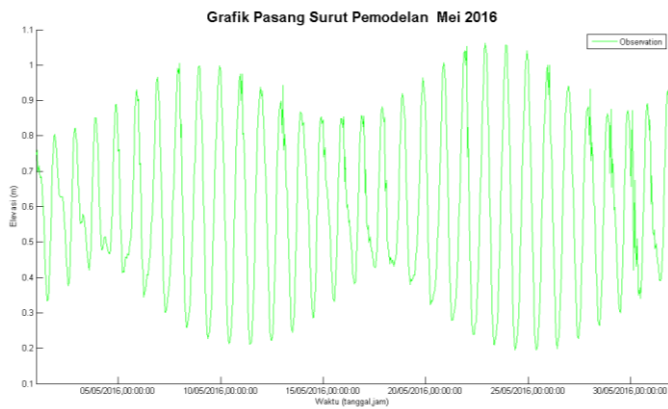
Dari hasil perhitungan diperoleh nilai $RMSE < 1$. Sehingga, dapat dikatakan hasil pemodelan dianggap baik. Pasang tertinggi terjadi pada tanggal 6 Februari 2016 pukul 09.00 WIB dengan elevasi model sebesar 1,03 m dan surut terendah pada tanggal 6 Februari 2016 pukul 18.00 WIB dengan elevasi model sebesar 0,22 m.

d. Bulan Mei 2016

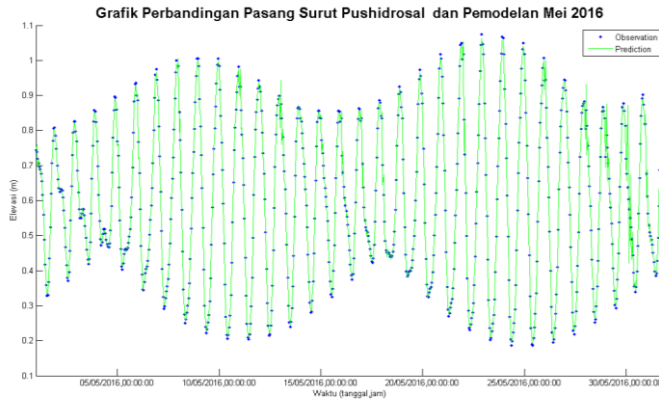
Pasang surut dari data yang diperoleh dari Pushidrosal dan pasang surut yang diperoleh dari hasil pemodelan pada Bulan Mei 2011 ditampilkan pada gambar berikut.



Gambar 4.18 Grafik Pasang Surut Pushidrosal Mei 2016



Gambar 4.19 Grafik Pasang Surut Pemodelan Mei 2016



Gambar 4.20 Grafik Perbandingan Pasang Surut Pushidrosal dengan Pemodelan Mei 2016

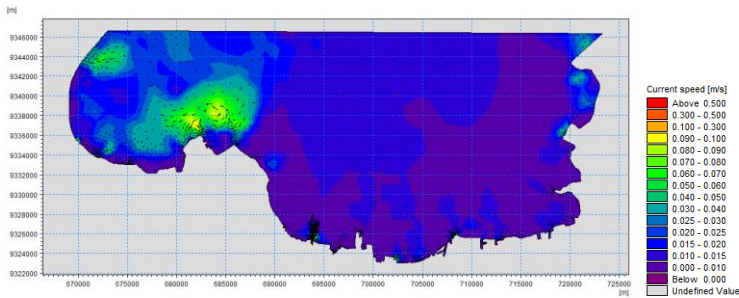
Hasil pemodelan pada Bulan Mei dilakukan selama satu bulan yaitu dimulai dari tanggal 1 Mei hingga 31 Mei 2016. Pasang tertinggi terjadi pada tanggal 22 Mei 2016 pukul 22.00 WIB dengan elevasi model sebesar 1,06 m dan surut terendah terjadi pada tanggal 24 Mei 2016 pukul 09.00 WIB dengan elevasi model sebesar 0,19 m. Berdasarkan perhitungan, nilai RMSE yang diperoleh antara data pengamatan dan data pemodelan adalah sebesar 0,05 m.

4.2.4. Pola Arus di Perairan Teluk Jakarta

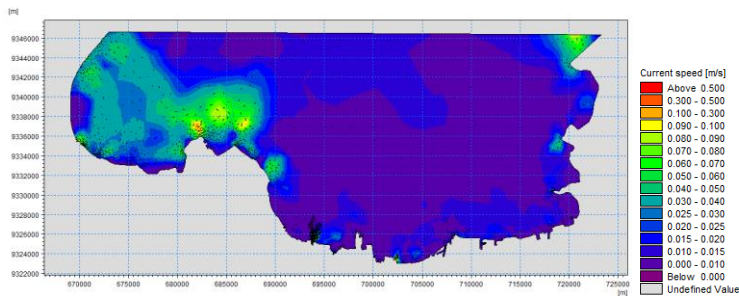
Pada analisa arus dilakukan dalam 2 kondisi yaitu saat kondisi pasang dan kondisi surut (baik pra maupun pasca reklamasi).

a. Januari 2011

Pada Bulan Januari 2011 kondisi pasang tertinggi terjadi pada tanggal 3 Januari pukul 09.00 WIB tepatnya pada *timestep* ke 708. Pada saat kondisi pasang tertinggi, arah dan besaran arus berkisar antara kecepatan 0 m/s–0,486 m/s dan arah arus cenderung menuju Teluk . Sedangkan saat kondisi surut terendah, arus di area penelitian berkisar antara 0 m/s–0,944 m/s dan arah arus cenderung menjauhi Teluk.



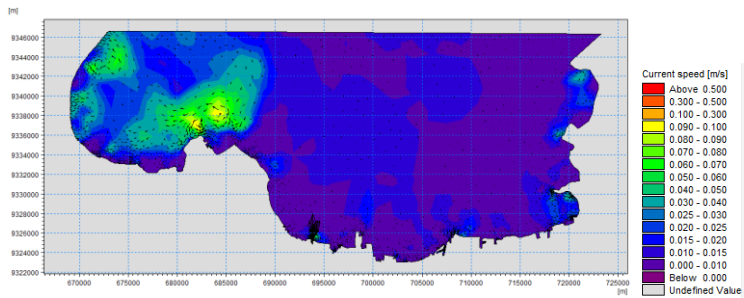
Gambar 4.21 Kondisi Arus Saat Pasang Tertinggi
(Bulan Januari 2011)



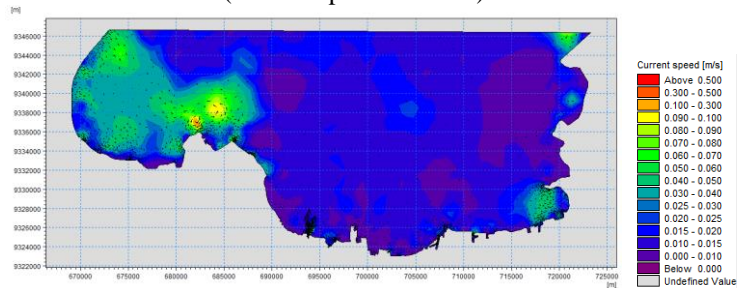
Gambar 4.22 Kondisi Arus Saat Surut Terendah
(Bulan Januari 2011)

b. September 2011

Pada bulan September 2011, pasang tertinggi terjadi pada tanggal 7 September pukul 19.00 WIB sebesar 0,91 m (data Pushidrosal) sedangkan hasil pemodelan sebesar 0,92 m. Sedangkan surut terendah terjadi pada tanggal 7 September 2011 pukul 03.00 WIB dengan nilai sebesar 0,21 m untuk data Pushidrosal dan 0,21 m untuk data hasil pemodelan. Kecepatan arus pada Bulan September 2011 berkisar antara 0–0,510 m/s saat kondisi pasang dan mencapai 0–0,930 m/s saat kondisi surut.



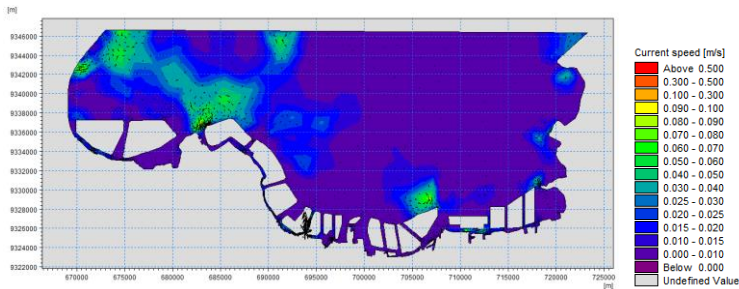
Gambar 4.23 Kondisi Arus Saat Pasang Tertinggi (Bulan September 2011).



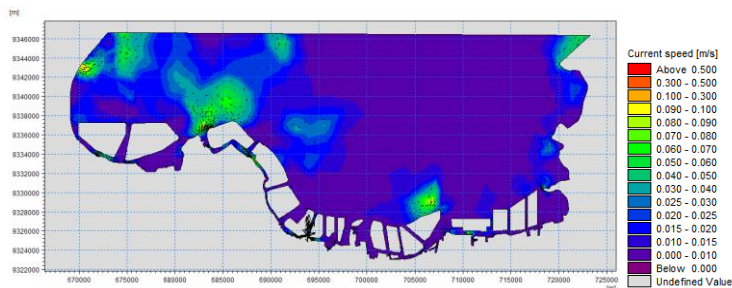
Gambar 4.24 Kondisi Arus Saat Surut Terendah (Bulan September 2011).

c. Februari 2016

Pada Bulan Februari 2016, data pasang tertinggi terjadi pada tanggal 6 Februari 2016 pukul 09.00 WIB pada timestep 996. Sedangkan surut terendah pada tanggal 6 Februari 2016 pukul 18.00 WIB. Pada bulan Februari 2016, kecepatan arus saat kondisi pasang tertinggi berkisar antara 0–0,510 m/s dan saat kondisi surut terendah berkisar antara 0–0,770 m/s.



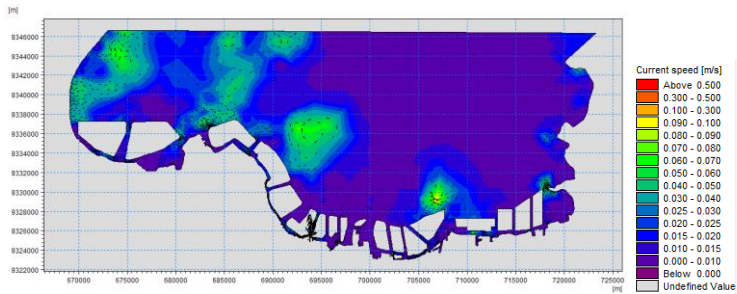
Gambar 4.25 Kondisi Arus Saat Pasang Tertinggi
(Bulan Februari 2016).



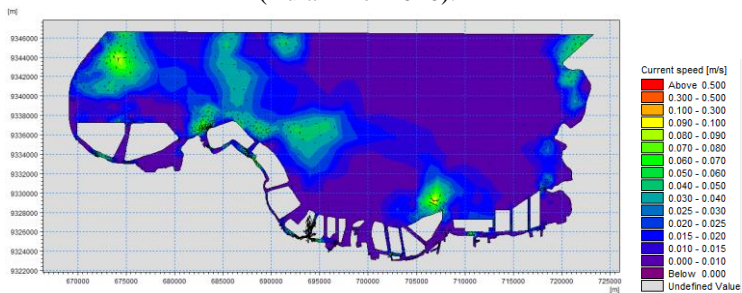
Gambar 4.26 Kondisi Arus Saat Surut Terendah
(Bulan Februari 2016).

d. Mei 2016

Pada bulan mei 2016, yaitu saat kondisi area penelitian mengalami musim kemarau, didapatkan pada saat kondisi pasang tertinggi terjadi pada tanggal 22 mei 2016 pada pukul 23.00 WIB. Sedangkan saat kondisi surut terendah terjadi pada tanggal 24 mei 2016 pukul 10.00 WIB. Pada saat musim kemarau ditahun 2016, kecepatan arus berkisar antara 0- 0,540 m/s saat pasang tertinggi dan saat kondisi surut terendah berkisar antara 0–0,880 m/s.



Gambar 4.27 Kondisi Arus Saat Pasang Tertinggi (Bulan Mei 2016).

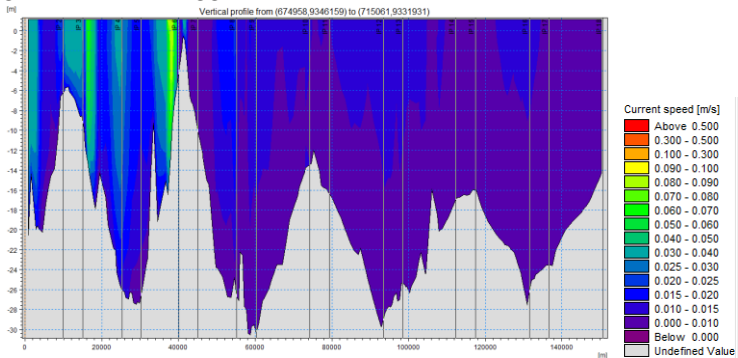


Gambar 4.28 Kondisi Arus Saat Surut Terendah (Bulan Mei 2016).

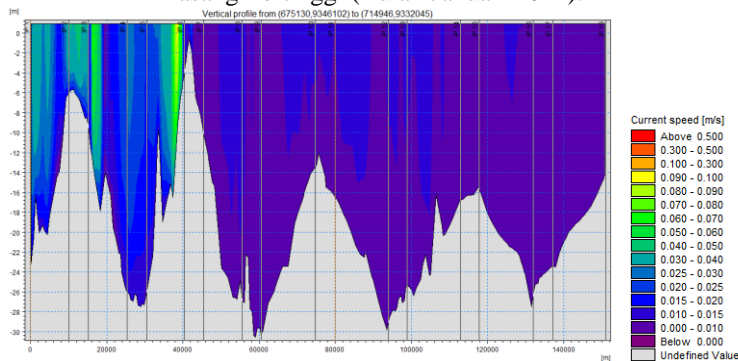
Analisis arus juga didapatkan dari hasil penampang vertikal kecepatan arus tiga dimensi hasil pemodelan. Berdasarkan hasil penampang vertikal, secara umum arus dipermukaan Teluk Jakarta mempunyai modulus yang kuat, dimana pola arus permukaan lebih kuat dibandingkan arus dasar perairan. Hal tersebut menyebabkan pola arus semakin ke dasar mengalami pelemahan.

Pada saat pra reklamasi kecepatan arus relatif menurun sejalan dengan bertambahnya nilai kedalaman perairan, namun pasca diadakan reklamasi terjadi penguatan kecepatan arus di dasar perairan sehingga memiliki nilai kecepatan yang hampir menyerupai nilai kecepatan pada permukaan perairan. Penampang vertikal nilai kecepatan arus yang diperoleh

berdasarkan potongan melintang sesuai dengan *grid* yang melwati area penelitian. Berdasarkan potongan tersebut dapat ditampilkan kondisi kecepatan arus di Teluk Jakarta dari permukaan laut hingga kedasar laut seperti ditunjukkan pada gambar 4.29 hingga 4.36 berikut.



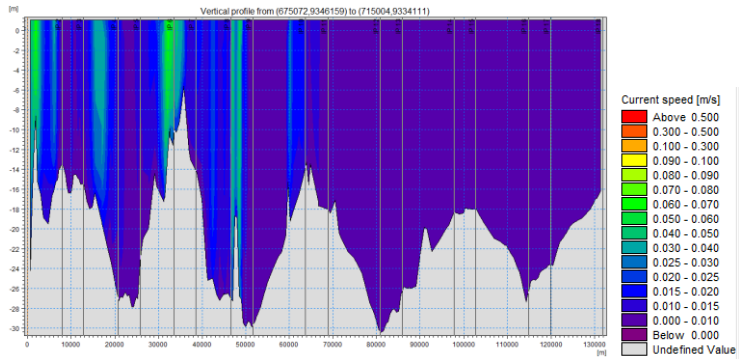
Gambar 4.29 Penampang Melintang Kecepatan Arus Saat Kondisi Pasang Tertinggi (Bulan Januari 2011).



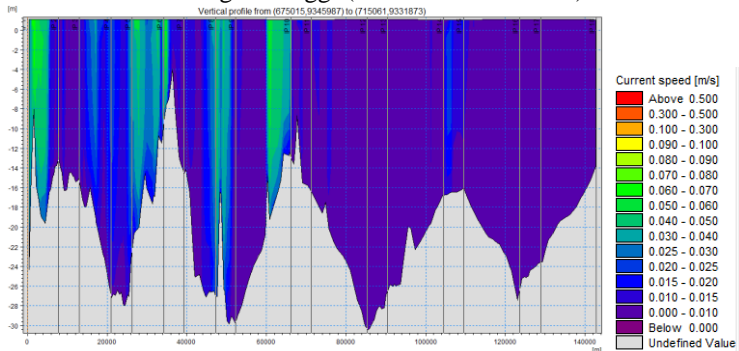
Gambar 4.30 Penampang Melintang Kecepatan Arus Saat Kondisi Pasang Tertinggi (Bulan September 2011)

Bagian paling atas gambar merupakan keadaan kecepatan arus dipermukaan laut dan semakin kebawah menyatakan nilai kecepatan arus berdasarkan nilai kedalaman perairan. Berdasarkan penampang melintang dari permukaan hingga

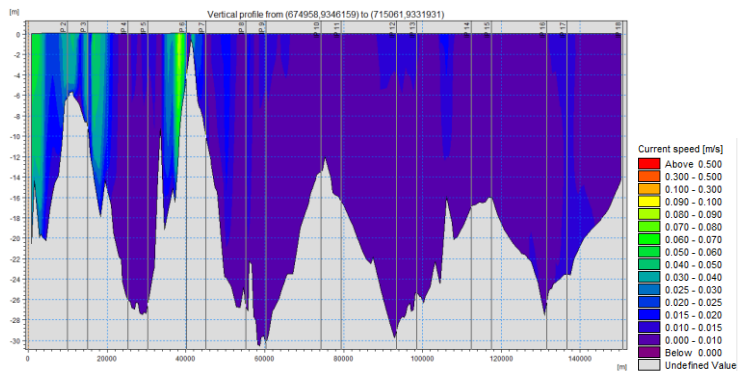
kepermukaan terdalam terlihat mengalami penurunan nilai kecepatan arus.



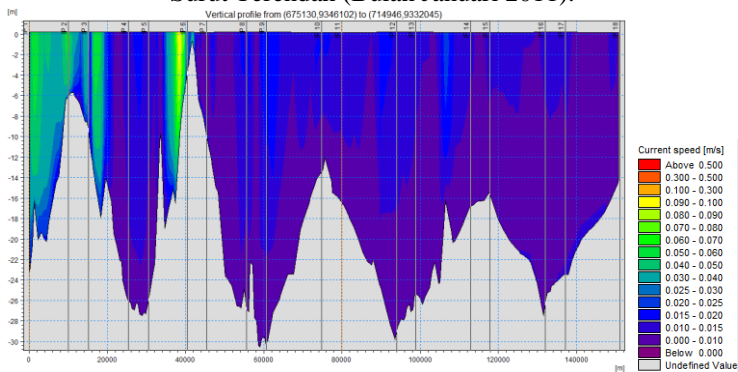
Gambar 4.31 Penampang Melintang Kecepatan Arus Saat Kondisi Pasang Tertinggi (Bulan Februari 2016).



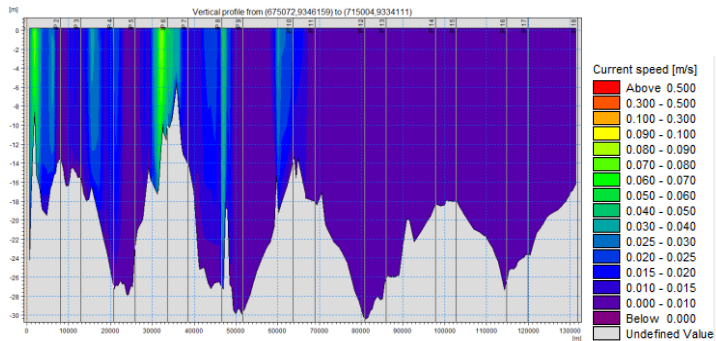
Gambar 4.32 Penampang Melintang Kecepatan Arus Saat Kondisi Pasang Tertinggi (Bulan Mei 2016).



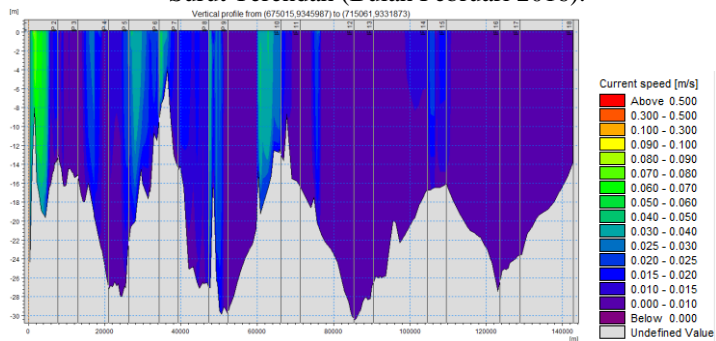
Gambar 4.33 Penampang Melintang Kecepatan Arus Saat Kondisi Surut Terendah (Bulan Januari 2011).



Gambar 4.34 Penampang Melintang Kecepatan Arus Saat Kondisi Surut Terendah (Bulan September 2011).



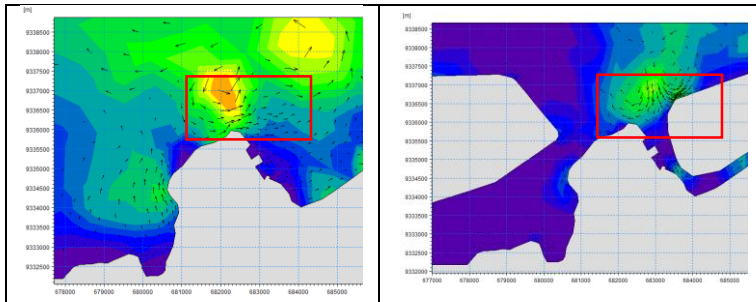
Gambar 4.35 Penampang Melintang Kecepatan Arus Saat Kondisi Surut Terendah (Bulan Februari 2016).



Gambar 4.36 Penampang Melintang Kecepatan Arus Saat Kondisi Surut Terendah (Bulan Mei 2016).

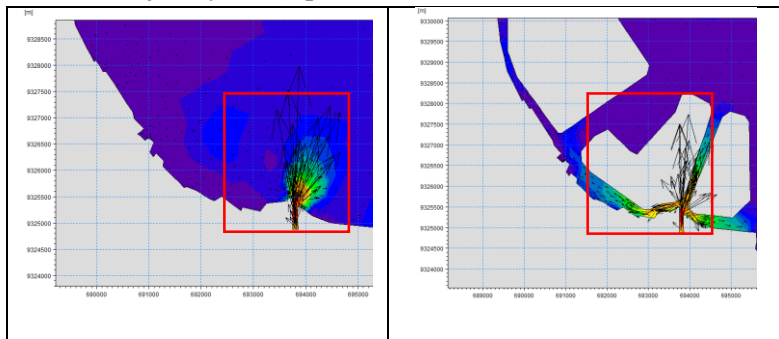
Selain perbedaan pada penampang vertikal di Teluk Jakarta, hasil model simulasi perairan Teluk Jakarta pasca diadakan reklamasi juga menyebabkan adanya partisi arus-arus kedalam kanal-kanal pulau reklamasi. Diantara pulau-pulau reklamasi terdapat celah–celah sehingga menyebabkan intensifikasi arus kedalam celah yang sempit. Adanya reklamasi hasil pemodelan meyebabkan pola sirkulasi arus yang kompleks terjadi di celah-celah pulau yang sempit. Beberapa lokasi yang mengalami perbedaan aktivitas arus setelah

diadakan reklamasi pulau ditampilkan pada Gambar 4.37 hingga Gambar 4.39 berikut.



Gambar 4.37 Lokasi dengan Perubahan Aktivitas Arus pada Sisi Barat

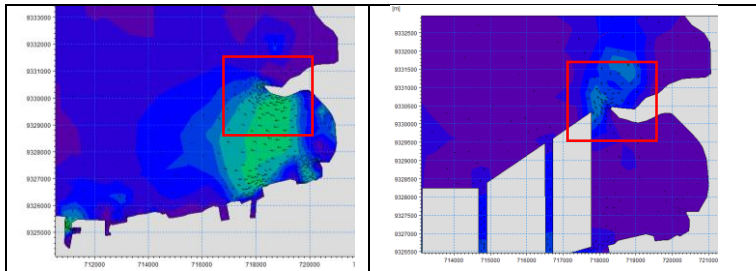
Pada Bulan September 2011, kecepatan arus rata-rata pada lokasi tersebut adalah 0,160 m/s sedangkan setelah diadakannya reklamasi terjadi penurunan nilai kecepatan menjadi 0,100 m/s. Meskipun mengalami penurunan nilai kecepatan, pada lokasi tersebut terjadi peningkatan aktivitas arus yang memungkinkan untuk terjadinya *eddy* pada lokasi tersebut.



Gambar 4.38 Lokasi dengan Perubahan Aktivitas Arus pada Sisi Tengah (Sungai Pesanggrahan)

Pada musim kemarau, yaitu bulan September 2011 kecepatan rata-rata Sungai Pesanggrahan mencapai 0,93 m/s setelah diadakan reklamasi pada bulan mei 2016 terjadi

penurunan arus menjadi 0,88 m/s. Penurunan arus juga terjadi pada sisi timur lokasi dari rata-rata kecepatan sebesar 0,053 m/s menjadi 0,040 m/s setelah pasca reklamasi.



Gambar 4.39 Lokasi dengan Perubahan Aktivitas Arus pada Sisi Timur Penelitian

Secara rata-rata nilai, dilaksanakannya proyek reklamasi di Teluk Jakarta menyebabkan penurunan nilai kecepatan arus di lokasi penelitian namun di beberapa lokasi terdapat peningkatan aktifitas arus akibat diadakannya reklamasi. Pada saat pra reklamasi, kecepatan arus dibagian selatan Teluk pada saat musim penghujan berkisar pada nilai 0–0,940 m/s dan saat musim kemarau memiliki kisaran nilai 0–0,940 m/s. Sedangkan pasca reklamasi, kecepatan arus menjadi 0–0,770 m/s saat musim penghujan dan 0–0,880 m/s saat musim kemarau. Penurunan nilai kecepatan arus rata-rata setelah diadakan reklamasi salah satunya disebabkan karena jalur arus yang semakin panjang akibat adanya pulau-pulau reklamasi, adanya peningkatan sedimen di beberapa lokasi sekitar pulau reklamasi dan muara sungai.

4.3 Perbandingan Nilai Arus Hasil Pemodelan dengan Arus Satelit Altimetri

Perbandingan nilai arus satelit altimetri dengan hasil pemodelan digunakan untuk mengetahui perbedaan pada masing-masing metode tersebut. Berikut merupakan tabel perbandingan arus pemodelan dengan arus satelit altimetri.

Tabel 4.6 Perbandingan Data Arus Pemodelan (m/s) dengan Arus Altimetri (m/s)

Koordinat		Lokasi	Januari 2011		Sep-11		Februari 2016		Mei 2016	
X	Y		Altimetri	Model	Altimetri	Model	Altimetri	Model	Altimetri	Model
106.84	-6.01	1	1.73	0.05	2.44	0.013	0.09	0.008	0.04	0.01
106.77	-6.05	2	1.93	0.08	2.44	0.013	0.09	0.007	0.04	0.01
106.93	-6.05	3	1.54	0.1	2.46	0.011	0.1	0.006	0.04	0.01
106.72	-5.98	4	2.06	0.12	2.41	0.013	0.1	0.014	0.04	0.01
106.99	-5.97	5	1.4	0.14	2.43	0.017	0.09	0.014	0.04	0.01

Berdasarkan hasil perbandingan antara data pengamatan satelit altimetri tepatnya pada *cycle* 051 dan *cycle* 242 (2 lintasan satelit altimetri yang mengapit Teluk Jakarta) diperoleh perbedaan yang besar antara data altimetri dengan data hasil pemodelan terutama ketika dibandingkan dengan data Jason-1. Pengolahan data satelit altimetri untuk tahun 2011 menggunakan data satelit Jason-1 sedangkan untuk tahun 2016 menggunakan data satelit Jason-2. Pada bulan Januari 2011 diperoleh nilai RMSE sebesar 3,65 m/s, pada bulan September 2011 sebesar 5,41 m/s, sedangkan pada bulan Februari 2016 RMSE berkurang menjadi 0,18 m/s dan pada bulan Mei sebesar 0,06 m/s. Besarnya perbedaan nilai pengamatan satelit altimetri dengan hasil pemodelan salah satunya disebabkan karena keterbatasan satelit altimetri di wilayah pesisir ataupun perairan yang relatif sempit seperti Teluk Jakarta. Selain itu, lintasan satelit altimetri tidak ada yang tepat melalui Teluk Jakarta sehingga nilai kecepatan yang diperoleh merupakan hasil dari interpolasi dari dua *cycle* yang menghimpit Teluk Jakarta.

4.4 Pola Sedimen di Perairan Teluk Jakarta

Sedimen dasar di area penelitian diasumsikan sebagai sedimen kohesif. Hal tersebut didasarkan dari beberapa penelitian terdahulu seperti :

1. Pengkajian fisika, kimia, biologi dan geologi tahun 1975 – 1979 oleh Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia tahun 1988. Berdasarkan kajian tersebut diperoleh sedimen dasar di perairan Teluk Jakarta didominasi oleh lumpur.
2. Penelitian yang telah dilakukan oleh Isni Nurruhwati *et al* pada tahun 2012. Dari 25 sampel sedimen yang diperoleh di perairan

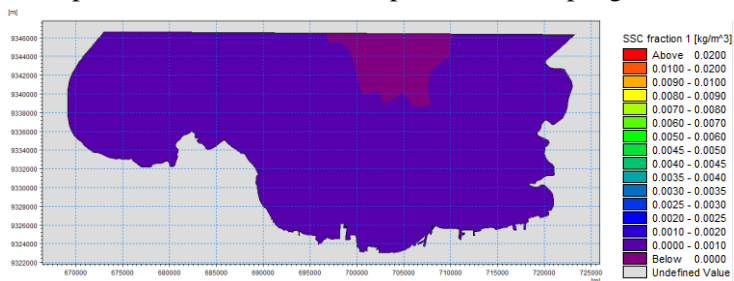
Teluk Jakarta didapatkan 23 sampel berjenis lempung (*clay*) dan 2 diantaranya berjenis lanau (*silt*).

3. Berdasarkan jurnal pengolahan hasil perikanan Indonesia volume XIV nomor 1 tahun 2011, sedimen laut Teluk Jakarta memiliki tekstur tanah lempung.

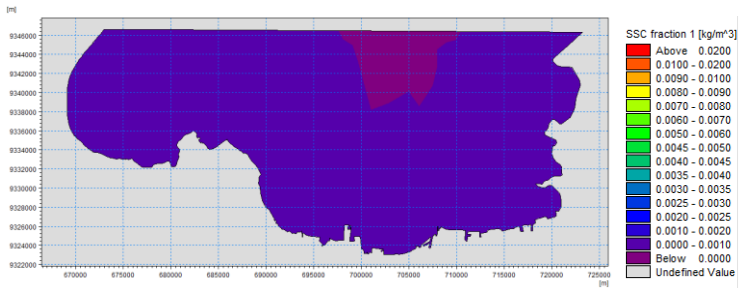
Berdasarkan penelitian terdahulu tersebut maka dapat disimpulkan bahwa sedimen Teluk Jakarta di dominasi oleh sedimen lumpur (kohesif), sehingga pada penelitian ini diasumsikan bahwa sedimen dasar yang berada di perairan Teluk Jakarta berjenis lumpur khususnya lempung. Simulasi sedimen terbagi menjadi dua bagian, yaitu sedimen tersuspensi dan sedimen kohesif. Parameter yang dihasilkan dari pemodelan sedimen menghasilkan *output* berupa ketebalan dasar perairan *ssc fraction* (mg/l), *bed thickness* (m), *bed shear stress* (N/m²), erosi (kg/m²/s), deposisi (kg/m²/s).

4.4.1 Sedimen Tersuspensi

Simulasi transpor sedimen tersuspensi dilakukan untuk mengetahui pola penyebaran sedimen suspensi yang terjadi baik pra maupun pasca reklamasi. Hasil dari simulasi ini adalah pola sebaran sedimen tersuspensi untuk kondisi saat pasang tertinggi dan surut terendah. Pada Gambar 4.40 hingga Gambar 4.47 ditampilkan hasil sedimen tersuspensi di lokasi pengamatan.

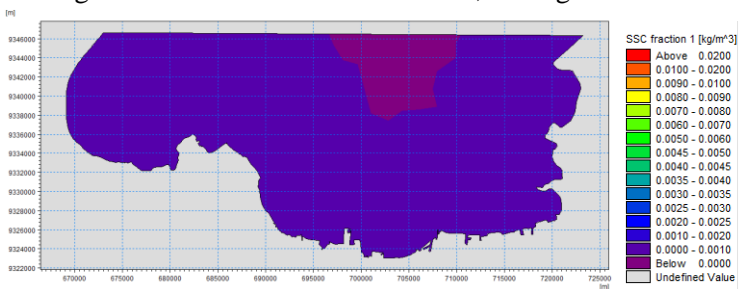


Gambar 4.40 Kondisi Sedimen Tersuspensi pada Kondisi Pasang Tertinggi, Januari 2011

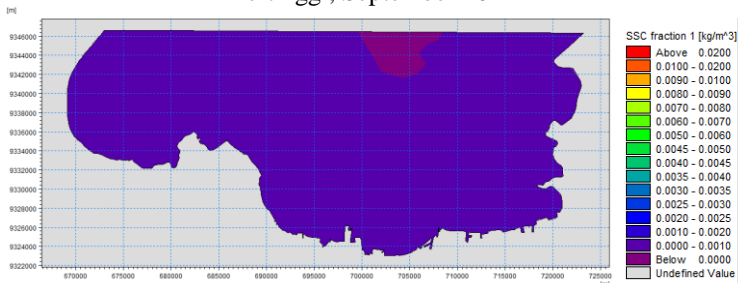


Gambar 4.41 Kondisi Sedimen Tersuspensi pada Kondisi Surut Terendah, Januari 2011

Pada bulan januari 2011, sedimen tersuspensi memiliki nilai TSS pada saat pasang tertinggi sebesar 0,008 mg/l. Sedangkan saat surut terendah sebesar 0,111 mg/l.

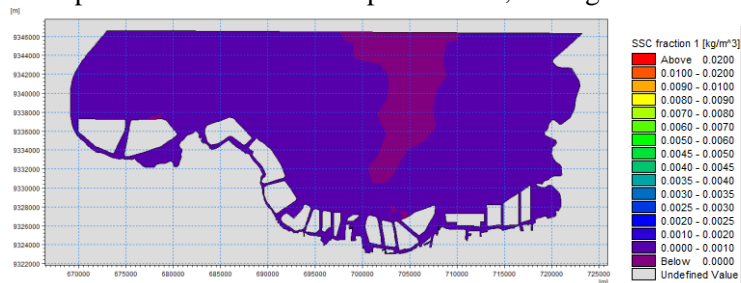


Gambar 4.42 Kondisi Sedimen Tersuspensi pada Kondisi Pasang Tertinggi, September 2011

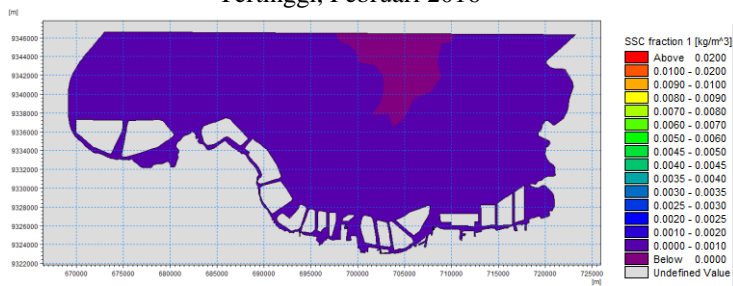


Gambar 4.43 Kondisi Sedimen Tersuspensi pada Kondisi Surut Terendah, September 2011

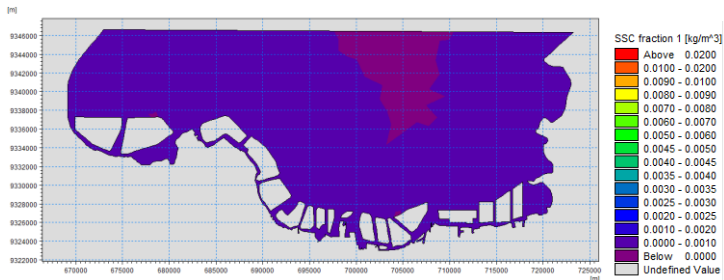
Pada Bulan September 2011, konsentrasi sedimen tersuspensi mencapai nilai maksimum 0,007 mg/l saat kondisi pasang tertinggi dan memiliki nilai 0,020 mg/l saat kondisi surut terendah. Sedangkan pada Bulan Februari saat pasang maksimum konsentrasi sedimen mencapai 0,030 mg/l. Sedangkan saat kondisi surut terendah konsentrasi sedimen tersuspensi maksimum berada pada nilai 0,032 mg/l.



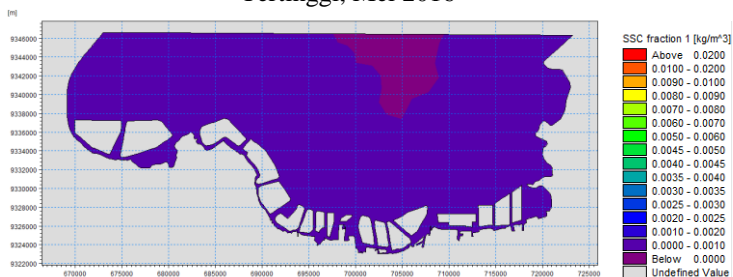
Gambar 4.44 Kondisi Sedimen Tersuspensi pada Kondisi Pasang Tertinggi, Februari 2016



Gambar 4.45 Kondisi Sedimen Tersuspensi pada Kondisi Surut Terendah, Februari 2016



Gambar 4.46 Kondisi Sedimen Tersuspensi pada Kondisi Pasang Tertinggi, Mei 2016



Gambar 4.47 Kondisi Sedimen Tersuspensi pada Kondisi Surut Terendah, Mei 2016

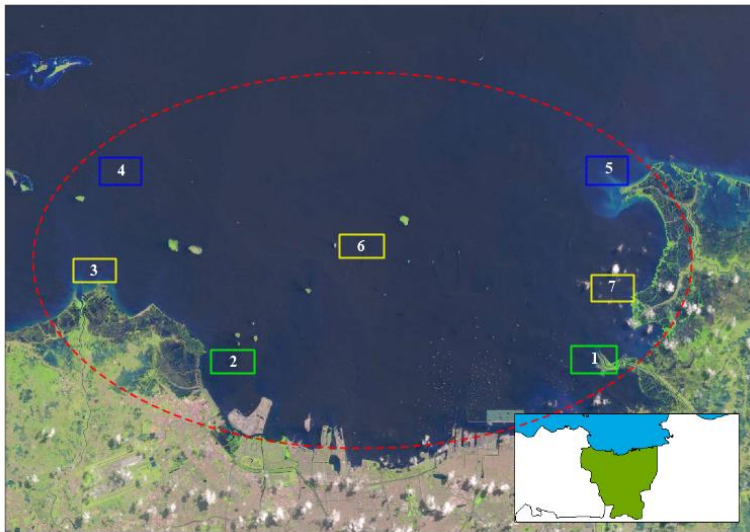
Pada Bulan Mei 2016, saat kondisi pasang tertinggi konsentrasi sedimen memiliki nilai maksimum sebesar 0,104 mg/l dan pada saat surut terendah sebesar 0,256 mg/l.

Hasil sedimen tersuspensi pada Teluk Jakarta secara keseluruhan berada pada kisaran nilai 0–0,11 mg/l saat Bulan Januari 2011. Pada bulan September 2011 terjadi penurunan sedimen tersuspensi berada pada kisaran 0–0,02 mg/l, hal tersebut dapat disebabkan karena rendahnya intensitas hujan pada bulan September 2011 yang hanya mencapai 10 mm/bulan sehingga sedimen tersuspensi yang terbawa lebih sedikit. Setelah diadakan reklamasi, yaitu pada bulan Februari 2016 sedimen tersuspensi berkisar antara 0–0,032 mg/l dan kembali meningkat saat bulan Mei 2016 dengan tingkat konsentrasi mencapai 0–0,256 mg/l. Lokasi yang mengalami peningkatan konsentrasi sedimen terutama berada di bagian muara sungai

dan di beberapa lokasi sekitar pulau reklamasi. Hal ini sesuai dengan Umi M dan Agus S (2002) yang mengatakan bahwa bagian sungai yang paling efektif untuk proses pengendapan (sedimentasi) adalah bagian hilir atau pada bagian *slip of slope* pada kelokan sungai. Ukuran material yang diendapkan berbanding lurus dengan besarnya energi pengangkut, sehingga semakin ke hilir, energi semakin kecil, material yang diendapkan pun semakin halus.

4.4.2. Sedimen Kohesif

Untuk melakukan uji sedimen kohesif pada data hasil pemodelan maka ditentukan 7 lokasi yang dipilih sebagai *sample* acak penelitian. Lokasi sampel tersebut dipilih untuk mewakili lokasi penelitian.



Gambar 4.48 Lokasi Sampel Acak Pengujian Sedimen Kohesif

Parameter yang digunakan untuk mengetahui nilai sedimen kohesif dilokasi penelitian antara lain *bed shear stress*, deposisi, dan erosi. Untuk masing-masing sample pengujian didapatkan hasil sedimen kohesif seperti pada Tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.7 Hasil Uji Sedimen Kohesif pada Sample Acak.

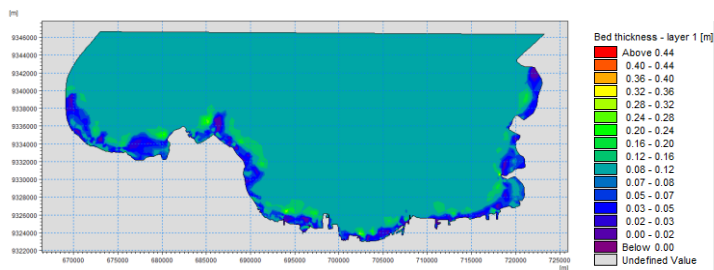
N o	Bulan	<i>Bed Shear Stress (N/m²)</i>	Deposisi (kg/m ² /s)	Erosi (kg/m ² /s)
1	Januari	0,979	0,196	0,196
	September	1,030	0,013	0,381
	Februari	0,953	0,141	0,142
	Mei	4,720	0,836	0,836
2	Januari	0,419	0,016	0,016
	September	0,405	0	0,014
	Februari	0,296	0,025	0,002
	Mei	0,481	0,008	0,005
3	Januari	0,006	0	0
	September	0,063	0	0
	Februari	0,066	0	0
	Mei	0,085	0	0
4	Januari	0,001	0	0
	September	0,002	0,001	0
	Februari	0,001	0	0
	Mei	0,006	0	0
5	Januari	0,108	0,001	0,001
	September	0,103	0	0,001
	Februari	0,008	0	0
	Mei	0,064	0	0
6	Januari	0,004	0	0
	September	0,004	0	0
	Februari	0,001	0	0
	Mei	0,065	0	0
7	Januari	0,545	0,030	0,030
	September	0,511	0,024	0,024
	Februari	0,538	0,019	0,019
	Mei	0,990	0,074	0,075

Stasiun 1 dan 2 merupakan stasiun yang mewakili daerah selatan yang terdekat dengan lokasi reklamasi, Pada stasiun 1 nilai deposisi maksimum pra reklamasi yaitu sebesar 0,836 kg/m²/s dari nilai sebelum pra reklamasi hampir tidak terjadi deposisi yaitu bernilai 0,382 kg/m²/s. Pada stasiun 2

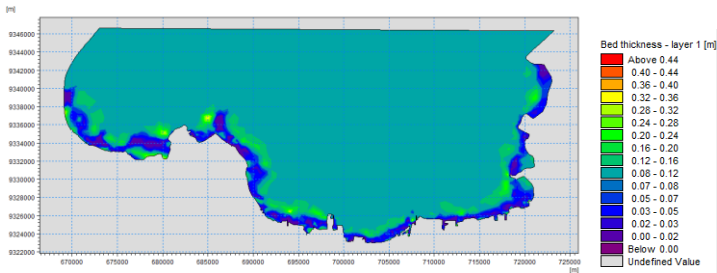
terjadi peningkatan nilai *bed shear stress* dari 0,405 N/m² menjadi 0,481 N/m².

Stasiun 3,6 dan 7 merupakan stasiun yang mewakili bagian tengah dari lokasi penelitian. Pada stasiun 3 terjadi peningkatan nilai *bed shear stress* yang dari angka 0,063 N/m² menjadi 0,085 N/m². Pada stasiun 6 memiliki nilai *bedshear stress* sebesar 0,004 N/m² sedangkan pasca reklamasi meningkat menjadi 0,062 N/m². Pada stasiun 7 perubahan deposisi perairan meningkat dari 0,024 kg/m²/s menjadi 0,074 kg/m²/s. Untuk lokasi yang mewakili area penelitian pada bagian utara diwakili oleh *sample* 4 dan 5. Pada *sample* 5 dan *sample* 4 hampir tidak terjadi peningkatan nilai deposisi atau erosi yang signifikan.

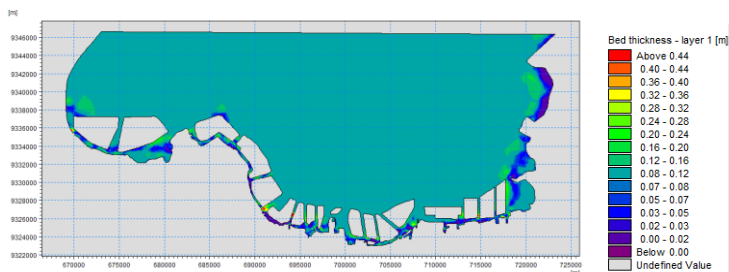
Sedimen kohesif merupakan butiran-butiran partikel lumpur yang berada didasar maupun di badan air yang bila bergabung akan membentuk suatu unit yang lebih besar. Berdasarkan hal tersebut, maka informasi terkait sedimen dasar perairan akibat terjadinya reklamasi juga perlu untuk dikaji. Berikut merupakan perubahan nilai ketebalan dasar perairan Teluk Jakarta saat kondisi surut terendah baik pra maupun pasca reklamasi.



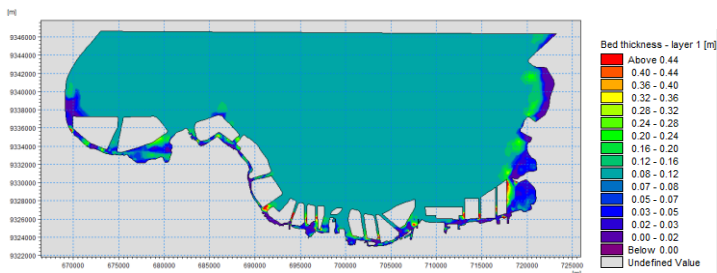
Gambar 4.49 Perubahan Ketebalan Dasar Perairan, Januari 2011.



Gambar 4.50 Perubahan Ketebalan Dasar Perairan, September 2011



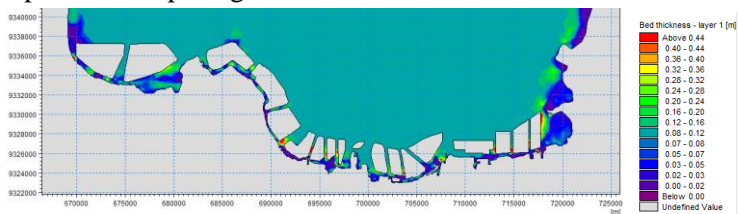
Gambar 4.51 Perubahan Ketebalan Dasar Perairan, Februari 2016



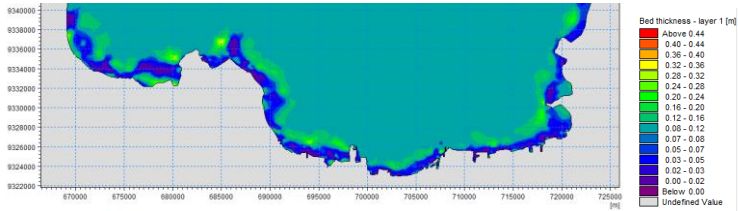
Gambar 4.52 Perubahan Ketebalan Dasar Perairan, Mei 2016.

Gambar 4.49 hingga Gambar 4.52 diatas merupakan hasil dari visualisasi peningkatan nilai ketebalan dasar perairan pra dan pasca diadakan reklamasi. Pada saat kondisi surut terendah pada masing-masing bulan didapatkan nilai ketebalan sedimen dasar perairan pada Bulan Januari dan September relatif sama

yaitu ketebalan dasar perairan maksimum sebesar 0,85 m dan 0,84 m. Sedangkan pasca reklamasi terjadi peningkatan nilai maksimum sedimen dasar perairan saat kondisi surut yaitu sebesar 1,33 m pada Bulan Februari dan 2,49 m pada Bulan Mei. Peningkatan maksimum terjadi dicelah-celah pulau reklamasi ditunjukkan dengan adanya perubahan warna menjadi merah dibeberapa lokasi dekat pulau-pulau reklamasi, seperti dilihat pada gambar berikut.



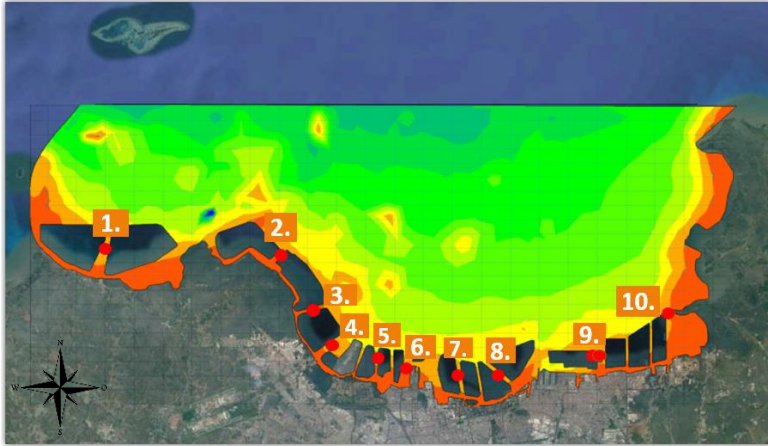
Gambar 4.53 Kondisi Ketebalan Dasar Perairan Pasca Reklamasi



Gambar 4.54 Kondisi Ketebalan Dasar Perairan Pra Reklamasi

Berdasarkan kondisi tersebut, diketahui bahwa lokasi yang berada di celah-celah pulau reklamasi mengalami peningkatan sedimentasi. Peningkatan deposisi sedimen kohesif saat pra dan pasca reklamasi dilakukan dengan membandingkan nilai deposisi (pengendapan) pra reklamasi dan pasca reklamasi pada saat surut pada kondisi curah hujan terendah. Analisa dilakukan pada 10 lokasi yang mewakili lokasi disekitar celah-celah pulau reklamasi untuk mengetahui nilai peningkatan sedimen kohesif yang terjadi. Oleh karena, untuk mengetahui besarnya nilai perubahan sedimen dasar

perairan yang terjadi maka dilakukan analisa di lokasi yang berada disekitar pulau-pulau reklamasi, lokasi tersebut ditampilkan pada Gambar 4.55 berikut.



Gambar 4.55 Peningkatan Sedimentasi di Lokasi Pulau-Pulau Reklamasi

Pada lokasi 1 yang terletak paling timur lokasi terjadi peningkatan dari nilai $0,001 \text{ kg/m}^2/\text{s}$ menjadi $0,005 \text{ kg/m}^2/\text{s}$, pada lokasi 2 peningkatan dari nilai $0,727 \text{ kg/m}^2/\text{s}$ menjadi nilai $0,847 \text{ kg/m}^2/\text{s}$. Sedangkan pada lokasi 3 dan 4 masing peningkatan sebesar $0,822 \text{ kg/m}^2/\text{s}$ menjadi $1,360 \text{ kg/m}^2/\text{s}$ dan penurunan deposit dari $0,067 \text{ kg/m}^2/\text{s}$ menjadi $0,002 \text{ kg/m}^2/\text{s}$. Pada lokasi 5 terjadi penurunan deposisi sebesar $0,110 \text{ kg/m}^2/\text{s}$ dari pra reklamasi sebesar $0,067 \text{ kg/m}^2/\text{s}$.

Peningkatan juga terjadi di lokasi 6 dengan nilai deposisi $0,001 \text{ kg/m}^2/\text{s}$ menjadi $0,019 \text{ kg/m}^2/\text{s}$. Nilai deposisi untuk lokasi 7 hingga 10 pasca reklamasi adalah sebesar $0,010 \text{ kg/m}^2/\text{s}$, $0,268 \text{ kg/m}^2/\text{s}$, $1,340 \text{ kg/m}^2/\text{s}$, dan $0,068 \text{ kg/m}^2/\text{s}$ sedangkan pra reklamasi sebesar $0,005 \text{ kg/m}^2/\text{s}$, $0,0138 \text{ kg/m}^2/\text{s}$, $0,151 \text{ kg/m}^2/\text{s}$, dan $0,0974 \text{ kg/m}^2/\text{s}$. Dari data tersebut diketahui

4.5 Analisa Dampak Proyek Reklamasi

Berdasarkan hasil simulasi yang diperoleh diketahui dampak dari proyek reklamasi salah satunya adalah perubahan pola arus yang cukup signifikan. Pada saat pra reklamasi, kecepatan arus di Teluk berkisar antara 0-0,94 m/s, Sedangkan pasca reklamasi, kecepatan arus menurun menjadi 0–0,88 m/s. Penurunan nilai kecepatan arus disebabkan oleh adanya peningkatan nilai sedimen di lokasi-lokasi muara sungai dan celah-celah pulau reklamasi dan disebabkan karena aliran arus yang berputar mengikuti bentuk pulau-pulau reklamasi.

Untuk nilai sedimen tersuspensi juga mengalami perbedaan baik pra maupun pasca reklamasi. Hasil sedimen tersuspensi pada Teluk Jakarta secara keseluruhan berada pada kisaran 0–0,11 mg/l saat pra reklamasi. Sedangkan pasca reklamasi terjadi peningkatan sedimen tersuspensi pada kisaran nilai 0–0,26 mg/l. Nilai sedimen tersuspensi tersebut berdasarkan nilai sedimen tersuspensi pada lapisan teratas area penelitian atau lapisan permukaan perairan (layer 10). Sedangkan untuk sedimen dasar perairan, dari hasil simulasi yang didapatkan, perubahan sedimen maksimum yang terjadi di lokasi penelitian didapatkan pada saat pra reklamasi saat musim kemarau kondisi surut yaitu pada Bulan September 2011, nilai ketebalan sedimen dasar perairan mencapai 0,84 m. Sedangkan pasca diadakannya reklamasi, peningkatan ketebalan dasar perairan mencapai 2,49 m pada Bulan Mei di kondisi surut. Perubahan terjadi terutama di lokasi muara sungai dan diantara pulau-pulau reklamasi. Dari uji korelasi yang diperoleh antara nilai ketebalan sedimen dasar perairan (m) dengan kecepatan arus (m/s) pada 10 sampel lokasi yang memiliki nilai berubah sedimentasi yang signifikan (lokasi 2, 3, 4, 5, 8, 9) saat kondisi surut pada Bulan Januari 2011 diperoleh nilai korelasi sebesar 0,64 sedangkan pada Bulan September sebesar 0,70. Hubungan keduanya memiliki nilai korelasi yang cukup kuat antara peningkatan nilai sedimen dasar perairan dengan penurunan kecepatan arus pada lokasi penelitian. Sedangkan pasca diadakan reklamasi yaitu pada Bulan Februari dan Mei 2016 korelasi yang dihasilkan ternilai lemah yaitu sebesar

0,14 pada bulan Februari 2016 dan 0,20 pada bulan Mei 2016. Berdasarkan hasil tersebut diperlukan penelitian kembali terkait faktor lain yang menyebabkan peningkatan sedimentasi di lokasi penelitian selain disebabkan karena penurunan nilai kecepatan arus.

Seperti diketahui, sumber utama dari adanya sedimentasi berasal dari *river discharge* sehingga data kelima sungai yang digunakan dalam pemodelan memiliki dampak signifikan pada persebaran peningkatan sedimen terutama di Sungai Pesanggrahan dan Sunter, terlebih bila dilakukannya pembangunan pulau-pulau reklamasi. Dampaknya jika terjadi peningkatan sedimentasi di perairan Teluk Jakarta adalah proses laju pendangkalan akan lebih cepat terjadi mengingat Teluk Jakarta termasuk kedalam perairan dangkal dimana pendangkalan tersebut dapat mengganggu aktivitas-aktivitas lainnya. Oleh karenanya diperlukan suatu pengelolaan yang baik sebelum keseluruhan rencana reklamasi dijalankan, terutama terkait perawatan DAS (Daerah Aliran Sungai) sebelum bermuara ke Teluk Jakarta. Selain itu, diperlukan kajian kembali mengenai desain, ukuran, dan bentuk pulau-pulau reklamasi untuk meminimalkan resiko terjadinya penumpukkan sedimen yang juga akan mengganggu proses pelayaran .

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian ini adalah :

1. Pada saat pra reklamasi, kecepatan arus dibagian selatan Teluk berkisar antara 0–0,94 m/s, Sedangkan pasca reklamasi, kecepatan arus menurun menjadi 0–0,88 m/s. Penurunan nilai kecepatan arus rata-rata setelah diadakan reklamasi salah satunya disebabkan karena panjangnya aliran arus yang harus dilalui mengikuti bentuk pulau-pulau reklamasi sehingga arus mengalami penurunan energi kecepatan.
2. Perubahan sedimen dasar perairan maksimum yang terjadi di lokasi penelitian didapatkan pada saat pra reklamasi saat musim kemarau yaitu pada bulan September 2011, nilai ketebalan dasar perairan mencapai 0,84 m. Sedangkan pasca diadakannya reklamasi, peningkatan ketebalan dasar perairan mencapai 2,49 m.
3. Dengan diadakannya proyek Reklamasi di Teluk Jakarta menimbulkan permasalahan utama yaitu terjadinya penurunan nilai kecepatan arus secara keseluruhan pada area penelitian, namun terjadi perubahan aktivitas arus pada beberapa lokasi disekitar pulau-pulau reklamasi. Pengadaan reklamasi juga menyebabkan terjadinya peningkatan sedimen dasar perairan yang akan menyebabkan peningkatan proses pendangkalan di area penelitian.

5.2. Saran

Adapun saran yang dapat penulis didapatkan dari hasil penelitian ini adalah :

1. Diperlukan penelitian lanjutan terkait dengan pola sedimentasi di Teluk Jakarta dengan metode baroklinik

sehingga diperoleh hasil yang lebih sesuai dengan kondisi lapangan.

2. Diperlukan validasi lapangan secara langsung dengan menggunakan *grab sampler* dan uji sedimen tersuspensi untuk mengetahui karakteristik sedimen di Teluk Jakarta pada saat kondisi *eksisting*.
3. Melengkapi keseluruhan sumber sedimen yang bermuara ke Teluk Jakarta, dan menambahkan sumber lain seperti limbah-limbah hasil produksi pabrik yang langsung menuju Teluk Jakarta tanpa melalui sungai.

DAFTAR PUSTAKA

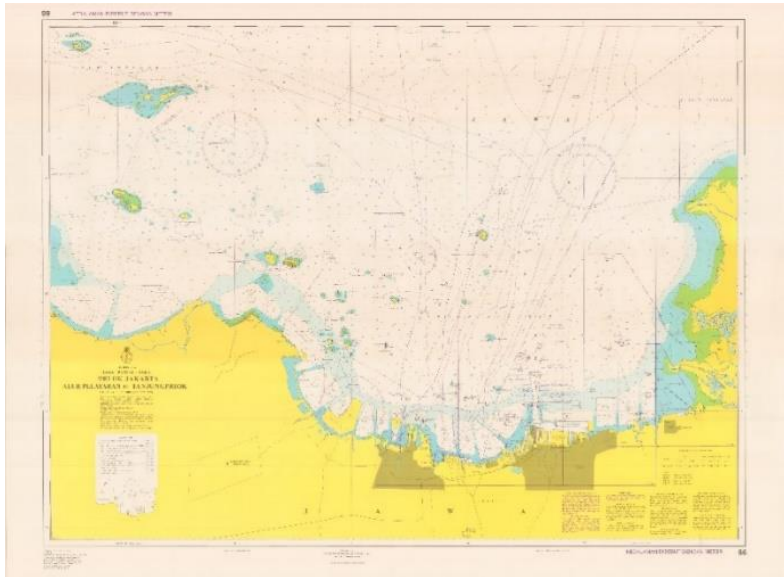
- Adibhusana,N,M, Hendrawan, G,I, dan Karang Astawa G W I. 2016. *Model Hidrodinamika Pasang Surut di Perairan Pesisir Barat Kabupaten Bandung, Bali*. Journal of Marine and Aquatic Sciences 54-59.
- Adhyatma, D. 2015. *Studi Pemodelan Numerik 3d Sirkulasi Arus Di Teluk Jakarta: Sebelum Dan Sesudah Reklamasi*. Departemen Ilmu Dan Teknologi Kelautan Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- Budianto S. 2016. *Analisis Perubahan Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) Dampak Bencana Lumpur Sidoarjo menggunakan Citra Landsat Multitemporal (Studi Kasus : Sungai Porong, Sidoarjo)*. Surabaya.
- Budiwicaksono, R, A, Subardjo P, dan Novico F. 2013. *Pemodelan Pola Arus pada Tiga Kondisi Musim Berbeda sebagai Jalur Pelayaran Perairan Teluk Lampung menggunakan Software Delft3D*. Jurnal Oseanografi. Volume 2, Nomor 3, : 280 - 292.
- Darmanto, Monang S, Risandi J, K Dwi Tisiana R A. 2009. *Pemodelan Arus Pasut 2D menggunakan Perangkat Lunak MIKE21 dengan Metode Flexible Mesh (Studi Kasus Perairan Dermaga TNI AL Pndokdayung Tanjung Priok Jakarta)*. Jakarta
- Fujaya, Yushinta dan Alam, N. 2012. *Pengaruh Kualitas Air, Siklus Bulan, dan Pasang Surut terhadap Molting dan Produksi Kepiting Cangkang Lunak (Soft Shell Crab) di Tambak Komersil*. Makassar.
- Haryono dan Narni S. 2004. *Morfometri dan Hubungannya dengan Proses Agradasi Daerah Muara Wai Tonahitu dan Sekitarnya*. LIPI, Ambon.
- Hermanto, Manik J,M, dan Sutorrio.1989. *Karakteristik Pasang Surut Laut di Pulau Jawa*. Jurnal Forum Teknik Vol. 28. No.1.
- Jewlaika L, Mubarak, Nurrachmi I. 2014 *.Studi Padatan Tersuspensi di Perairan Pulau Topang Kabupaten*

- Kepulauan Meranti Provinsi Riau*. Jurnal Perikanan dan Kelautan ISSN 0853-7607.
- Keputusan Presiden Republik Indonesia.1995. Jakarta : Indonesia.
- Koutitas. 1988. *Mathematical Model in Coastal Engineering*. Pentech Press, London.
- Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Perairan Indonesia Biologi, Budidaya, Kualitas Perairan dan Oseanografi. Jakarta : 1988.
- Lubis, A,A,, B, ALiyanta dan Y,Menry.2007. Estimasi Laju Akumulasi Sedimen Daerah Teluk Jakarta dengan Teknik Radionuklida Alam Unsupported Pb. Indo. J. Chem, 7 (3) : 309 - 313.
- Miliman, J,D, and Meade, R,H .1983. *World-Wide Delivery Of River Sediment To The Oceans*. Journal. Geol. 91: 1-21.
- Noya, A Yunita, Purba Mulia, Koropitan F, dan Prartono Tri. 2016. *Pemodelan Transpor Sedimen Kohesif pada Teluk Ambon Dalam*. Jurnal Ilmu dan Teknologi Tropis. Vol. 8. No.2 Hal : 671 - 687.
- Nurruhwati Isni, Kaswadji Richardus, Bengen G Dietrieich, Isnaniawardhani Vijaya. 2012. *Kelimpahan Foraminera Bentik Resen pada Sedimen Permukaan di Perairan Teluk Jakarta*. Jurnal Akuatika, Vol. III. No.1. Hal : 11 - 18.
- Ongkosongo, O,S,R, dan Susmiati. 1977. *Hubungan Antara Foraminifera dengan Kedalaman Laut di Teluk Jakarta, Dalam Teluk Jakarta, Sumberdaya, Sifat-sifat Oseanologis, serta Permasalahannya*. Proyek Penelitian Potensi Sumber Daya Ekonomi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta, 139-150.
- Perekonomian, K, K. 2014 . *Pengembangan Terpadu Pesisir Ibukota Negara*, Jakarta.
- Perhubungan, M. 2011. *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 52 Tahun 2011 Tentang Pengerukan Dan Reklamasi*, Jakarta.
- Peraturan Daerah Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta Nomor 1. 2012. Rencana Tata Ruang Wilayah 2030, Jakarta

- Poerbandono dan Djunarsih, P, D. 2005. *Survei Hidrografi*, Bandung: Refka Aditama.
- Presiden No. 5 Tahun 1995 Tentang : Reklamasi Pantai Utara Teluk Jakarta. Jakarta.
- Riyaldi, A, S. 2009. *Permodelan Aliran Sediment Di Muara Kali Porong*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah (Hal. 345-356), Surabaya: ITS.
- Sahala, H, D. 1984. *Pengantar Oseanografi*, Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Van Rijn, L,C. 1993. Principles of Sediment Transport in Rivers, Estuaries and Coastal Seas, Aqua Publications, Amsterdam, ASCE. Vol. 110. No.12.
- Wenworth, C,K. 1922. A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. Journal Geology. Vol. XXX. p. 377-392

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran 1. Peta Batimetri Teluk Jakarta



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran 2. Data Pasang Surut Stasiun Tanjung Priok

a. Bulan Januari 2011

Daerah Tanjungpriok		
06° 05' 45" S - 106° 53' 10" T		
Data Dalam Satuan Meter		
Bulan Januari 2011		
Tanggal	Waktu	Data
01-01-11	0:00:00	0,45
01-01-11	1:00:00	0,55
01-01-11	2:00:00	0,62
01-01-11	3:00:00	0,70
01-01-11	4:00:00	0,80
01-01-11	5:00:00	0,91
01-01-11	6:00:00	1,00
01-01-11	7:00:00	1,07
01-01-11	8:00:00	1,10
01-01-11	9:00:00	1,09
01-01-11	10:00:00	1,02
01-01-11	11:00:00	0,92
01-01-11	12:00:00	0,78
01-01-11	13:00:00	0,63
01-01-11	14:00:00	0,46
01-01-11	15:00:00	0,32
01-01-11	16:00:00	0,21
01-01-11	17:00:00	0,14
01-01-11	18:00:00	0,13
01-01-11	19:00:00	0,14

Tanggal	Waktu	Data
01-01-11	20:00:00	0,18
01-01-11	21:00:00	0,23
01-01-11	22:00:00	0,30
01-01-11	23:00:00	0,37
02-01-11	0:00:00	0,41
....
31-01-11	22:00:00	0,34
31-01-11	23:00:00	0,42

b. Bulan September 2011

Daerah Tanjungpriok		
06° 05' 45" S - 106° 53' 10" T		
Data Dalam Satuan Meter		
Bulan September 2011		
Tanggal	Waktu	Data
01-09-11	0:00:00	0,49
01-09-11	1:00:00	0,53
01-09-11	2:00:00	0,50
01-09-11	3:00:00	0,49
01-09-11	4:00:00	0,50
01-09-11	5:00:00	0,50
01-09-11	6:00:00	0,50
01-09-11	7:00:00	0,50
01-09-11	8:00:00	0,53
01-09-11	9:00:00	0,59
01-09-11	10:00:00	0,65

Tanggal	Waktu	Data
01-09-11	11:00:00	0,70
01-09-11	12:00:00	0,73
01-09-11	13:00:00	0,73
01-09-11	14:00:00	0,73
01-09-11	15:00:00	0,73
01-09-11	16:00:00	0,72
01-09-11	17:00:00	0,71
01-09-11	18:00:00	0,67
01-09-11	19:00:00	0,62
01-09-11	20:00:00	0,57
01-09-11	21:00:00	0,54
01-09-11	22:00:00	0,53
01-09-11	23:00:00	0,52
02-09-11	0:00:00	0,42
30-09-11	22:00:00	0,34
30-09-11	23:00:00	0,34

c. Bulan Februari 2016

Daerah Tanjungpriok		
06° 05' 45" S - 106° 53' 10" T		
Data Dalam Satuan Meter		
Bulan Februari 2016		
Tanggal	Waktu	Data
01-02-16	0:00:00	0,54
01-02-16	1:00:00	0,59
01-02-16	2:00:00	0,65
01-02-16	3:00:00	0,71

Tanggal	Waktu	Data
01-02-16	4:00:00	0,76
01-02-16	5:00:00	0,82
01-02-16	6:00:00	0,86
01-02-16	7:00:00	0,89
01-02-16	8:00:00	0,88
01-02-16	9:00:00	0,83
01-02-16	10:00:00	0,76
01-02-16	11:00:00	0,67
01-02-16	12:00:00	0,59
01-02-16	13:00:00	0,51
01-02-16	14:00:00	0,44
01-02-16	15:00:00	0,39
01-02-16	16:00:00	0,35
01-02-16	17:00:00	0,34
01-02-16	18:00:00	0,35
01-02-16	19:00:00	0,38
01-02-16	20:00:00	0,41
01-02-16	21:00:00	0,44
01-02-16	22:00:00	0,47
01-02-16	23:00:00	0,50
02-02-16	0:00:00	0,54
....
29-02-16	22:00:00	0,59
29-02-16	23:00:00	0,63

d. Bulan Mei 2016

Daerah Tanjungpriok		
06° 05' 45" S - 106° 53' 10" T		
Data Dalam Satuan Meter		
Bulan Mei 2016		
Tanggal	Waktu	Data
01-05-16	0:00:00	0,74
01-05-16	1:00:00	0,73
01-05-16	2:00:00	0,71
01-05-16	3:00:00	0,70
01-05-16	4:00:00	0,69
01-05-16	5:00:00	0,68
01-05-16	6:00:00	0,67
01-05-16	7:00:00	0,65
01-05-16	8:00:00	0,61
01-05-16	9:00:00	0,55
01-05-16	10:00:00	0,48
01-05-16	11:00:00	0,41
01-05-16	12:00:00	0,35
01-05-16	13:00:00	0,32
01-05-16	14:00:00	0,33
01-05-16	15:00:00	0,36
01-05-16	16:00:00	0,43
01-05-16	17:00:00	0,52
01-05-16	18:00:00	0,61
01-05-16	19:00:00	0,70
01-05-16	20:00:00	0,77

Tanggal	Waktu	Data
01-05-16	21:00:00	0,80
01-05-16	22:00:00	0,80
01-05-16	23:00:00	0,78
02-05-16	0:00:00	0,74
....
31-05-16	22:00:00	0,90
31-05-16	23:00:00	0,84

**Lampiran 3. Data Debit Harian Sungai yang Bermuara ke
Teluk Jakarta**

a. Januari 2011

Debit Sungai Harian (m ³ /dt)					
Tanggal	Sungai Pesanggrahan	Kali Angke	Sungai Ciliwung	Kali Sunter	Sungai Cakung
01-01-11	80,83	11,29	26,66	9,35	0,26
02-01-11	80,83	10,34	27,43	10,41	0,45
03-01-11	80,83	10,18	28,25	9,03	0,35
04-01-11	80,29	9,27	25,78	9,88	1,43
05-01-11	80,29	8,69	30,13	11,49	2,14
06-01-11	83,57	8,98	38,98	12,59	1,90
07-01-11	83,85	9,42	32,44	9,98	2,16
08-01-11	82,20	9,12	25,33	9,56	1,05
09-01-11	80,83	8,54	25,83	10,20	1,35
10-01-11	84,12	9,42	40,62	11,60	1,75
11-01-11	85,23	11,13	30,21	11,38	1,15
12-01-11	84,12	12,45	29,93	10,63	0,74
13-01-11	83,02	12,61	48,76	10,41	0,88
14-01-11	83,02	12,78	34,15	10,30	1,17
15-01-11	81,92	12,45	29,99	10,09	0,68
16-01-11	82,75	12,28	27,81	9,56	0,47
17-01-11	82,20	12,11	26,83	10,09	0,74
18-01-11	85,51	12,45	28,872	12,15	1,31
19-01-11	86,63	12,61	35,66	9,88	0,70
20-01-11	83,02	12,11	26,75	9,35	0,48
21-01-11	84,40	16,02	25,90	9,66	0,65
22-01-11	84,12	19,17	25,94	9,56	0,45

Tanggal	Sungai Pesanggrahan	Kali Angke	Sungai Ciliwung	Kali Sunter	Sungai Cakung
23-01-11	83,02	21,70	25,65	9,24	0,40
24-01-11	83,30	21,70	27,16	9,56	0,788
25-01-11	83,02	20,21	21,76	9,45	0,68
26-01-11	81,65	18,97	22,78	9,24	1,62
27-01-11	81,11	17,57	27,35	9,24	1,20
28-01-11	82,20	16,60	28,49	9,24	0,70
29-01-11	82,20	16,02	27,16	9,24	0,88
30-01-11	81,65	15,46	27,50	9,24	2,01
31-01-11	80,56	14,54	27,13	9,13	0,92

b. September 2011

Debit Sungai Harian (m ³ /dt)					
Tanggal	Sungai Pesanggrahan	Kali Angke	Sungai Ciliwung	Kali Sunter	Sungai Cakung
01-09-11	75,22	7,98	12,89	7,78	0,05
02-09-11	74,96	7,98	11,78	7,78	0,05
03-09-11	74,17	7,98	10,35	7,78	0,05
04-09-11	74,17	7,98	10,50	7,78	0,05
05-09-11	74,17	7,98	10,35	8,40	0,05
06-09-11	73,91	7,98	10,23	8,40	0,05
07-09-11	73,65	7,98	10,04	8,40	0,05
08-09-11	73,39	7,98	12,96	8,40	0,05
09-09-11	74,43	7,98	9,95	8,40	0,05
10-09-11	74,17	7,98	9,81	8,40	0,07
11-09-11	73,65	7,98	9,78	8,40	0,07
12-09-11	73,39	7,98	9,70	8,40	0,08

Tanggal	Sungai Pesang- grahan	Kali Angke	Sungai Ciliwu ng	Kali Sunter	Sungai Cakung
13-09-11	73,39	7,98	9,71	8,40	0,08
14-09-11	73,39	7,98	9,70	8,40	0,07
15-09-11	76,54	7,98	12,14	8,40	0,07
16-09-11	83,02	7,98	15,24	8,40	0,07
17-09-11	88,04	7,98	17,59	8,72	0,07
18-09-11	85,51	7,98	19,73	8,40	0,06
19-09-11	80,56	7,98	18,24	8,40	0,06
20-09-11	80,29	7,98	21,38	8,92	0,06
21-09-11	78,14	7,98	12,48	8,51	0,06
22-09-11	76,54	7,98	11,65	8,51	0,06
23-09-11	75,75	7,98	11,84	8,51	0,07
24-09-11	75,75	7,98	11,38	8,51	0,06
25-09-11	74,69	7,98	10,94	8,51	0,08
26-09-11	74,17	7,98	14,04	8,51	0,17
27-09-11	73,91	7,98	10,59	8,51	0,32
28-09-11	73,91	7,98	10,20	8,51	0,14
29-09-11	73,91	8,12	12,19	8,51	0,06
30-09-11	74,17	8,12	10,33	8,51	0,06

c. Februari 2016

Debit Sungai Harian (m ³ /dt)					
Tanggal	Sungai Pesanggrahan	Kali Angke	Sungai Ciliwung	Kali Sunter	Sungai Cakung
01-02-16	96,69	10,28	11,22	8,96	1,62
02-02-16	97,98	7,56	5,97	9,29	1,58
03-02-16	94,95	5,046	4,79	7,85	0,70

Tanggal	Sungai Pesanggrahan	Kali Angke	Sungai Ciliwung	Kali Sunter	Sungai Cakung
04-02-16	93,87	4,57	4,52	7,78	0,67
05-02-16	92,67	4,84	3,87	7,68	0,60
06-02-16	91,80	4,17	8,95	10,94	1,58
07-02-16	103,25	4,08	12,64	8,77	2,16
08-02-16	99,40	5,29	13,42	9,30	1,58
09-02-16	106,01	19,11	26,375	9,73	2,24
10-02-16	101,12	31,54	11,190	7,16	2,35
11-02-16	96,16	25,16	8,60	7,27	1,07
12-02-16	101,36	11,82	16,04	11,70	2,14
13-02-16	110,73	6,53	15,75	8,22	2,34
14-02-16	98,42	5,13	16,67	9,025	3,25
15-02-16	97,61	5,12	9,12	8,33	1,98
16-02-16	94,19	4,68	8,27	8,45	1,35
17-02-16	100,35	4,53	12,79	8,22	2,88
18-02-16	98,46	4,68	6,76	9,45	1,34
19-02-16	110,42	5,36	10,66	9,66	0,84
20-02-16	99,68	4,09	6,38	9,66	0,70
21-02-16	94,60	3,78	5,41	9,66	0,64
22-02-16	93,69	3,51	6,74	9,53	0,69
23-02-16	92,42	3,42	7,60	9,02	0,69
24-02-16	98,52	3,85	14,67	8,72	1,04
25-02-16	103,77	3,66	14,88	8,28	3,14
26-02-16	120,62	3,31	17,91	8,36	3,03
27-02-16	103,53	3,05	7,88	8,76	1,18
28-02-16	131,59	2,75	28,89	11,44	3,44
29-02-16	73,91	8,12	20,20	10,68	3,44

d. Mei 2016

Debit Sungai Harian (m ³ /dt)					
Tanggal	Sungai Pesanggrahan	Kali Angke	Sungai Ciliwung	Kali Sunter	Sungai Cakung
01-05-16	98,83	3,78	5,97	8,17	0,84
02-05-16	91,88	4,00	4,22	8,17	0,82
03-05-16	94,89	2,55	4,03	7,99	0,80
04-05-16	92,40	1,19	4,05	8,10	0,80
05-05-16	89,64	1,54	4,74	8,22	1,40
06-05-16	88,68	1,35	4,03	8,40	0,83
07-05-16	88,54	1,05	6,77	8,30	1,26
08-05-16	92,06	1,05	6,06	8,92	3,05
09-05-16	91,01	1,05	3,90	8,45	3,48
10-05-16	88,42	1,06	2,99	8,07	2,03
11-05-16	87,19	1,40	2,45	8,33	1,26
12-05-16	86,40	1,40	2,60	8,40	1,12
13-05-16	99,25	1,81	4,42	8,45	1,18
14-05-16	100,82	1,87	3,06	8,51	1,19
15-05-16	95,57	1,24	2,40	8,61	0,93
16-05-16	90,68	1,16	2,30	8,61	1,16
17-05-16	90,41	1,06	1,37	8,54	2,64
18-05-16	90,57	1,37	1,06	8,39	1,41
19-05-16	88,47	1,87	1,06	8,61	1,02
20-05-16	93,079	2,41	1,15	8,34	1,12
21-05-16	105,41	2,96	4,03	7,97	2,91
22-05-16	99,22	3,58	8,25	8,53	1,87
23-05-16	102,39	4,21	4,96	8,15	1,77

Tanggal	Sungai Pesanggrahan	Kali Angke	Sungai Ciliwung	Kali Sunter	Sungai Cakung
24-05-16	105,90	4,81	3,89	7,86	1,29
25-05-16	142,33	5,46	4,61	7,77	0,97
26-05-16	107,39	6,24	4,61	8,53	0,94
27-05-16	99,52	7,04	3,92	8,38	0,87
28-05-16	94,95	8,03	4,66	8,40	0,78
29-05-16	92,57	9,45	6,94	8,51	0,77
30-05-16	91,39	10,21	5,87	8,40	0,76
31-05-16	91,159	12,04	4,29	8,40	0,72

Lampiran 4. Data Curah Hujan Harian Stasiun Tanjung Priok

1. Januari 2011

Data Iklim Harian Januari 2011	
Propinsi	DKI Jakarta
Kabupaten	Kota Adm, Jakarta Utara
Nama	Stasiun Meteorologi Tanjung Priok
WMOID	96741
Tanggal	Curah Hujan (mm)
01/01/2011	1
02/01/2011	3,3
03/01/2011	8
04/01/2011	0
05/01/2011	13,4
06/01/2011	18
07/01/2011	0
08/01/2011	31,1
09/01/2011	15,3
10/01/2011	10,8
11/01/2011	4,9
12/01/2011	13,5
13/01/2011	0
14/01/2011	0
15/01/2011	10
16/01/2011	6,2
17/01/2011	20,3
18/01/2011	30,9

Tanggal	Curah Hujan (mm)
19/01/2011	4,6
20/01/2011	12,1
21/01/2011	31,1
22/01/2011	6,4
23/01/2011	8
24/01/2011	4
25/01/2011	0
26/01/2011	3,5
27/01/2011	1,3
28/01/2011	6,3
29/01/2011	2,4
30/01/2011	0
31/01/2011	0

a. September 2011

Data Iklim Harian September 2011	
Propinsi	DKI Jakarta
Kabupaten	Kota Adm, Jakarta Utara
Nama	Stasiun Meteorologi Tanjung Priok
WMOID	96741
Tanggal	Curah Hujan (mm)
01/09/2011	0
02/09/2011	0
03/09/2011	0
04/09/2011	0

Tanggal	Curah Hujan (mm)
05/09/2011	0
06/09/2011	0
07/09/2011	0
08/09/2011	0
09/09/2011	0
10/09/2011	0
11/09/2011	0
12/09/2011	0
13/09/2011	0
14/09/2011	0
15/09/2011	8
16/09/2011	2,8
17/09/2011	0
18/09/2011	0
19/09/2011	0
20/09/2011	0
21/09/2011	0
22/09/2011	0
23/09/2011	0
24/09/2011	0
25/09/2011	0
26/09/2011	0
27/09/2011	0
28/09/2011	0
29/09/2011	0
30/09/2011	0

b. Februari 2016

Data Iklim Harian Februari 2016	
Propinsi	DKI Jakarta
Kabupaten	Kota Adm, Jakarta Utara
Nama	Stasiun Meteorologi Tanjung Priok
WMOID	96741
Tanggal	Curah Hujan (mm)
01/02/2016	1,3
02/02/2016	19,5
03/02/2016	9
04/02/2016	9
05/02/2016	12,6
06/02/2016	0
07/02/2016	27,2
08/02/2016	3,5
09/02/2016	10,5
10/02/2016	17,9
11/02/2016	0
12/02/2016	17,7
13/02/2016	8,5
14/02/2016	9
15/02/2016	5
16/02/2016	8
17/02/2016	15,5
18/02/2016	2
19/02/2016	0
20/02/2016	0

Tanggal	Curah Hujan (mm)
21/02/2016	0
22/02/2016	8
23/02/2016	9
24/02/2016	9
25/02/2016	47,8
26/02/2016	108
27/02/2016	6,2
28/02/2016	80
29/02/2016	3,8

c.MeI 2016

Data Iklim Harian Februari 2016	
Propinsi	DKI Jakarta
Kabupaten	Kota Adm.Jakarta Utara
Nama	Stasiun Meteorologi Tanjung Priok
WMOID	96741
Tanggal	Curah Hujan (mm)
01/05/2016	2,8
02/05/2016	0
03/05/2016	8,7
04/05/2016	0
05/05/2016	9
06/05/2016	16,4
07/05/2016	0
08/05/2016	0
09/05/2016	0,8

Tanggal	Curah Hujan (mm)
10/05/2016	2,9
11/05/2016	9
12/05/2016	0
13/05/2016	0,5
14/05/2016	9
15/05/2016	0
16/05/2016	0
17/05/2016	0,2
18/05/2016	9
19/05/2016	1,5
20/05/2016	9
21/05/2016	0,5
22/05/2016	4,5
23/05/2016	9
24/05/2016	12,7
25/05/2016	2,6
26/05/2016	0
27/05/2016	9,5
28/05/2016	9
29/05/2016	0
30/05/2016	4,2
31/05/2016	9

BIODATA PENULIS



Evasari Aprilia, dilahirkan di Jakarta, 11 April 1995. Merupakan anak ketiga dari 4 bersaudara dari pasangan Amris Syair dan Sainah. Penulis menempuh pendidikan formal di SDN Cakung Timur 06 Pagi, SMPN 234 Jakarta, dan SMAN 21 Jakarta. Setelah lulus dari SMA penulis melanjutkan kuliah Strata-1 di Departemen Teknik Geomatika FTSP-ITS tahun 2013 dan terdaftar sebagai mahasiswa aktif dengan NRP 3513100004. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif sebagai staff departemen dalam negeri

Himpunan Mahasiswa Geomatika (HIMAGE-ITS) tahun 2014/2015. Selain itu penulis pernah menjadi sekretaris di Dewan Perwakilan Mahasiswa ITS (DPM-ITS) tahun 2015/2016, serta aktif sebagai anggota *Earth Hour* Surabaya (2015/2016). Penulis telah melakukan kerja praktik di Perusahaan Gas Negara (PT PGN Persero) tahun 2016, magang di Balai Besar Wilayah Sungai Citarum tahun 2016, mengikuti Seminar Nasional Geosphere tahun 2016, dan mengikuti Konferensi HISAS (*Hokkaido Indonesian Student Association Scientific*) tahun 2017. Untuk menyelesaikan Tugas Akhir, penulis memilih bidang keahlian *Geomarine* dengan spesifikasi bidang Hidrografi/Oseanografi dengan judul Pemodelan Hidrodinamika 3-Dimensi Pola Sebaran Sedimentasi Pra dan Pasca Reklamasi Teluk Jakarta. Jika ingin menghubungi penulis dapat secara langsung menghubungi penulis melalui email evasariaprilia@gmail.com.